



TUGAS AKHIR - RE 141581

EVALUASI SISTEM DRAINASE DAN PENGENDALIAN GENANGAN AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN ITS SURABAYA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

Dosen Pembimbing:
Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - RE 141581

EVALUASI SISTEM DRAINASE DAN PENGENDALIAN GENANGAN AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN ITS SURABAYA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

Dosen Pembimbing:
Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT - RE 141581

DRAINAGE SYSTEM EVALUATION AND CONTROL OF INUNDATION ON CAMPUS AND HOUSING OF ITS SURABAYA

ELDO FIKRI ALVIN

SUPERVISOR:

Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D.

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI SISTEM DRAINASE DAN PENGENDALIAN GENANGAN AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN ITS SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ELDO FIKRI ALVIN

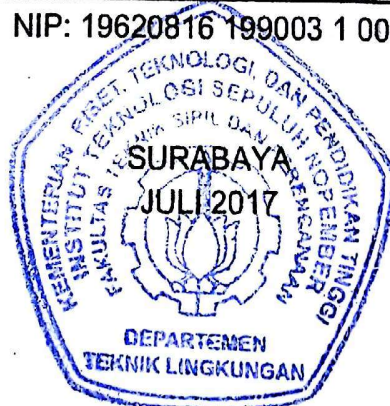
NRP 3313 100 086

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D.

NIP: 19620816 199003 1 004



Evaluasi Sistem Drainase dan Pengendalian Genangan Air di Kampus dan Perumahan ITS Surabaya

Nama Mahasiswa : Eldo Fikri Alvin
NRP : 3313100086
Jurusan : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.E., Ph.D.

ABSTRAK

Wilayah Kampus dan Perumahan Institut Teknologi Sepuluh nopember (ITS) seringkali mengalami genangan saat hujan lebat. Hal ini terjadi dikarenakan kemiringan lahan pada Kampus dan Perumahan ITS relatif datar. Selain itu, beberapa alasan lainnya adalah karena beberapa saluran mengandung sedimen sehingga menyebabkan kapasitas pada saluran tidak optimum. Sehingga dibutuhkan evaluasi sistem drainase pada wilayah Kampus dan Perumahan ITS.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan evaluasi sistem drainase adalah (i) mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer mencakup arah aliran air pada saluran, kemiringan saluran, dimensi saluran, ketebalan sedimen pada saluran. Data sekunder yang dibutuhkan merupakan data curah hujan, Master Plan ITS, dan tata guna lahan, (ii) mengidentifikasi masalah yang ada, (iii) melakukan studi literatur, (iv) menghitung kapasitas saluran eksisting, (v) menghitung debit limpasan, (vi) menganalisis kondisi eksisting *retention pond*. Perhitungan mencakup perencanaan teknis, *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB). *Standard Operation Procedure* (SOP) perawatan saluran juga disajikan.

Dari hasil analisis, menunjukkan Hujan Harian Maksimum yang didapat adalah sebesar 136,09 mm/hari untuk PUH 5 tahun dan 159,19 mm/hari untuk PUH 10 tahun. Penyebab terjadinya genangan air pada wilayah kampus dan perumahan ITS adalah

dikarenakan ada beberapa saluran yang tidak saling terhubung. Sehingga, air pada saluran drainase tidak dapat mengalir dengan mudah ke badan air (sungai). Penyebab lain dari genangan adalah kemiringan saluran pada beberapa saluran tidak terbuat dengan baik. Genangan pada beberapa jalan dikarenakan tidak adanya street inlet sehingga menyebabkan air tidak bisa mengalir ke saluran drainase. Dapat disimpulkan (i) dibutuhkan penambahan saluran sekunder dan gorong-gorong di beberapa wilayah (ii) kemiringan saluran perlu diatur kembali, (iii) butuh penambahan 288 street inlet pada wilayah yang direncanakan.

Kata Kunci: Drainase, Genangan, Perancangan, Street Inlet

Drainage System Evaluation and Control of Inundation on Campus and Housing Of ITS Surabaya

Name of Student : Eldo Fikri Alvin
NRP : 3313100086
Departement : Environmental Engineering
Supervisor : Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D.

ABSTRACT

The area of campus of Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) and its housing complex are usually inundated when heavy rain happens. It is because the slope of land in the campus generally flat. Moreover, it is because some of drainage channels contain sediment that makes the capacity of the channels is not optimum. An evaluation of the drainage system of ITS needs to be conducted.

The steps of doing this evaluation are (i) identify the existing problems, (ii) literature review, (iii) calculation of capacity of the existing channels, (iv) calculation of runoff, (v) analysis of existing retention ponds, and (vi) collection of primary and secondary data. The primary data includes flow direction, slope of cahnnels, dimension of channels, and thickness of sediment in the channels. The secondary data comprises of rainfall height, Master Plan of ITS, landuse. The calculation includes engineering design, Bill of Quantity (BOQ), and budget. A Standard Operation Procedure for maintenance of drainage system to make the channels optimum is also sugested.

From the analysis, it is shown that the maximum daily rainfall are 136,09 mm/day for 5 years rainfall return period and 159,19 mm/day for 10 years rainfall return period. Cause of inudation in ITS is there are some channels which are not connected each others. As a result, the drainage water cannot flow easily to the end water body (river). Another cause of inundation is

the slope of some channels does not properly made. The inundation in some roads is because there is no street inlets such that the water could not flow to the side channels. It can be concluded that (i) it needs some addition of secondary channels and box culvert in some areas, (ii) the slope of some channels need to be rearranged, (iii) 288 street inlets must be constructed along the planning area.

Key words: design, drainage, inundation, street inlet

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Sistem Drainase dan Pengendalian Genangan Air di Kampus dan Perumahan ITS Surabaya” ini merupakan salah satu persyaratan akademik dalam studi program S-1 Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Di dalam penyusunan laporan ini, penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Mas Agus Mardyanto, ME., Ph.D selaku dosen pembimbing atas segala ilmu yang telah diajarkan dan kesabarannya dalam membimbing penyelesaian tugas akhir ini.
2. Dr. Ir. Mohammad Razif, MM. selaku dosen penguji dalam tugas akhir ini.
3. Ir. Atiek Moesriati, M.Kes. selaku dosen penguji dalam tugas akhir ini.
4. Bieby Voijant Tangahu, S.T, M.T, Ph.D. selaku dosen penguji dalam tugas akhir ini.
5. Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc., yang telah memberi ide mengenai judul tugas akhir ini
6. Kedua orang tua dan adik yang selalu memberikan doa dan motivasi selama ini.
7. Keluarga Direktorat Perencanaan dan Pengelolaan Sarana dan Prasarana, yang telah membantu dalam mengumpulkan informasi dan data yang diperlukan.
8. Teman-teman angkatan 2013 serta senior dan junior yang atas segala kritik, bantuan dan sarannya.
9. Serta pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-satu.

Penyusunan laporan ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa, tentunya penulis masih ada kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis. Semoga laporan tugas besar ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2017

Penyusun

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Perencanaan	2
1.4 Manfaat Perencanaan	2
1.5 Ruang Lingkup	2
BAB II GAMBARAN WILAYAH STUDI	5
2.1 Gambaran Umum	5
2.2 Batas Wilayah Studi	5
2.3 Kondisi Topografi dan Tata Guna Lahan	5
2.4 Kondisi Eksisting Sistem Drainase	6
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	9
3.1 Kegunaan Drainase	9
3.2 Analisis Hidrologi	9
3.3 Analisa Hujan Harian	10
3.3.1 Metode <i>Gumbel</i>	10
3.3.2 Metode Log Person Type III	11
3.3.3 Metode Iwai Kadoya	14
3.4 Analisis Lengkung Intensitas Hujan	16

3.5	Uji Kecocokan.....	18
3.5.1	Chi-Kuadrat (χ^2 – test)	18
3.5.2	Smirnov-Kolmogorov	20
3.6	Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata	22
3.7	Kriteria Perencanaan Drainase.....	22
3.8	Bentuk dan Jenis Saluran.....	23
3.9	Jalur Saluran.....	25
3.10	Prinsip – Prinsip Pengaliran.....	26
3.11	Perhitungan Limpasan Hujan	26
3.11.1	Kontribusi Air Limbah.....	33
3.12	Bangunan Pelengkap	34
3.12.1	Sambungan Persil	34
3.12.2	Street Inlet.....	34
3.12.3	Gorong-Gorong.....	35
3.12.4	Out Fall	36
3.12.5	Talang	37
3.13	Pompa.....	37
3.13.3	Klasifikasi Pompa	38
3.13.3	Tinggi Tekan Pompa.....	38
3.14	Operasi dan Pemeliharaan	39
3.15	Peraturan Kebijakan Sistem Drainase.....	39
BAB IV METODOLOGI PERENCANAAN		41
4.1	Kerangka Metodologi Perencanaan	41
4.2	Tahapan Perencanaan	43
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		47
5.1	Perhitungan Curah Hujan Rata-rata	47
5.2	Analisis Hidrologi	48

5.2.1	Perhitungan Uji Homogenitas	49
5.2.2	Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum	52
5.2.4	Perhitungan Uji Kecocokan Hujan Harian Maksimum	58
5.2.5	Perhitungan Distribusi Intensitas Hujan	60
5.2.6	Perhitungan Lengkung Intensitas Hujan	71
5.3	Perhitungan Debit Limpasan Hujan	77
5.3.1	Perhitungan Luas Daerah Pelayanan	77
5.3.2	Perhitungan Koefisien Aliran (C)	78
5.3.3	Pengukuran Kecepatan Eksisting	87
5.3.4	Perhitungan Waktu Konsentrasi (tc)	87
5.3.5	Perhitungan Debit Limpasan	93
5.3.6	Perhitungan Kontribusi Air Limbah Pada Saluran	93
5.3.7	Perhitungan Debit Akumulasi Eksisting	94
5.3.8	Perbandingan Debit Eksisting dan Kapasitas Saluran	99
5.3.9	Pergantian Dimensi Saluran	105
5.4	Alternatif Rencana Tindak Lanjut	108
5.4.1	Penambahan Saluran Sekunder	108
5.4.2	Penambahan Street Inlet	108
5.4.3	Penambahan Pompa	110
5.4.4	Pengerukan Sedimen <i>Retention Pond</i>	111
5.5	Operation and Maintenance Sistem Drainase	112
5.5.1	Alternatif Pengerukan	112
5.5.2	Pembersihan Street Inlet	114

5.5.3	Pembersihan Sampah, Tanaman, dan Eceng Gondok di Saluran Drainase	115
5.6	Perhitungan BOQ dan RAB	116
5.6.1	BOQ dan RAB Saluran Baru	117
5.6.2	BOQ dan RAB Gorong-gorong	120
5.6.3	BOQ dan RAB Penambahan Street Inlet	124
5.6.4	BOQ dan RAB Penambahan Plengsengan Saluran	124
5.6.5	BOQ dan RAB Ganti Dimensi Saluran	125
5.6.6	RAB <i>Operation and Maintenance</i>	132
5.7	Kajian Alternatif Pemilihan Sistem Drainase	133
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		135
6.1	Kesimpulan	135
6.2	Saran	135
DAFTAR PUSTAKA.....		137
DAFTAR LAMPIRAN		
BIOGRAFI PENULIS		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Banjir di Kampus ITS.....	1
Gambar 1. 2 Genangan pada Wilayah ITS	2
Gambar 3. 1 Bentuk Saluran Lingkaran	24
Gambar 3. 2 Bentuk Saluran Bulat Telur	24
Gambar 3. 3 Bentuk Saluran Tapal Kuda	24
Gambar 3. 4 Bentuk Street Inlet.....	35
Gambar 5. 1 Luasan Thiessen untuk 3 Stasiun Sekitar ITS	47
Gambar 5. 2 Gumbels Probability Stasiun Hujan Keputih	51
Gambar 5. 3 Homogenitas Stasiun Keputih	52
Gambar 5. 4 Perbandingan Nilai Distribusi Intensitas Hujan Untuk PUH 5.....	69
Gambar 5. 5 Perbandingan Nilai Distribusi Intensitas Hujan Untuk PUH 10.....	69
Gambar 5. 6 Nilai Distribusi Intensitas Hujan Metode Hasper Weduwen.....	70
Gambar 5. 7 Nilai Lengkung Intensitas Hujan Metode Talbot....	77
Gambar 5. 8 Gedung Kampus ITS	79
Gambar 5. 9 Wilayah RTH ITS.....	79
Gambar 5. 10 Jalan ITS	80
Gambar 5. 11 Pengukuran Kecepatan Eksisting dengan Gabus	87
Gambar 5. 12 Pengukuran Tinggi Sedimen	99
Gambar 5. 13 Sketsa Perencanaan Street Inlet	109
Gambar 5. 14 Hasil Observasi Pengerukan Saluran ITS.....	112
Gambar 5. 15 Letak Kolam Pengerukan	113
Gambar 5. 16 Pemanfaatan Sedimen Menjadi Taman.....	113
Gambar 5. 17 Street Inlet Kurang Terawat	114

Gambar 5. 18 Saluran Penuh dengan Sampah	115
Gambar 5. 19 Saluran Penuh dengan Eceng Gondok.....	116
Gambar 5. 20 Sketsa Saluran Baru.....	117
Gambar 5. 21 Sketsa Gorong-gorong ITS.....	120

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Reduced Mean (n) dan Standard Deviation.....	11
Tabel 3. 2 Reduced Variate (Yt) pada PUH t Tahun.....	11
Tabel 3. 3 Nilai K untuk Distribusi Log-Person III.....	12
Tabel 3. 4 Lanjutan dari Tabel 3.3.....	13
Tabel 3. 5 Nilai Variabel Reduksi Gauss.....	19
Tabel 3. 6 Lanjutan dari Tabel 3.5.....	19
Tabel 3. 7 Nilai Chi Kuadrat.....	20
Tabel 3. 8 Nilai Kritis D _o untuk Uji Smirnov-Kolmogoro.....	21
Tabel 3. 9 Lanjutan dari Tabel 3.8.....	21
Tabel 3. 10 Koefisien Aliran Permukaan DAS Pertanian Bagi Tanah Kelompok Hidrologi B.....	27
Tabel 3. 11 Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional	27
Tabel 3. 12 Lanjutan dari Tabel 3.11.....	27
Tabel 3. 13 Koefisien Aliran Permukaan (C) untuk Daerah Urban	28
Tabel 3. 14 Lanjutan dari Tabel 3.13.....	28
Tabel 3. 15 Koefisien Kekasaran Manning.....	31
Tabel 3. 16 Lanjutan dari Tabel 3.15.....	32
Tabel 5. 1 Rata-rata Curah Hujan Keputih	48
Tabel 5. 2 Data Curah Hujan Maksimum Terpilih	49
Tabel 5. 3 Hasil Perhitungan Nilai Curah Hujan Stasiun Hujan Keputih.....	50
Tabel 5. 4 Hasil Perhitungan Hujan Harian Maksimum Metode Gumbel	52
Tabel 5. 5 Lanjutan dari Tabel 5.4.....	53
Tabel 5. 6 Hasil Perhitungan HHM Metode Gumbel dan Rentang Keyakinan	54

Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan Standar Deviasi Metode Log Person III	55
Tabel 5. 8 Hasil Perhitungan Hujan Harian Maksimum Metode Log Person III	56
Tabel 5. 9 Hasil Perhitungan Standar Deviasi Metode Iway Kadoya.....	56
Tabel 5. 10 Hasil Perhitungan Nilai bi Metode Iway Kadoya.....	57
Tabel 5. 11 Hasil Perhitungan Hujan Harian Maksimum Metode Iway Kadoya	58
Tabel 5. 12 Perbandingan Nilai Hujan Harian Maksimum.....	58
Tabel 5. 13 Data Perhitungan Uji Kecocokan Hujan Harian Maksimum	59
Tabel 5. 14 Hasil Perhitungan Uji Chi-Kuadrat.....	60
Tabel 5. 15 Hasil Perhitungan Nilai Intensitas Hujan Metode Van Breen.....	61
Tabel 5. 16 Intensitas Hujan Kota Jakarta.....	61
Tabel 5. 17 Lanjutan dari Tabel 5.16.....	61
Tabel 5. 18 Hasil Perhitungan Distribusi Intensitas Hujan Metode Van Breen.....	62
Tabel 5. 19 Pola Hujan Setiap Jam Menurut Tanimoto di Pulau Jawa.....	62
Tabel 5. 20 Pola Distribusi HHM per Jam Menurut Ranking.....	64
Tabel 5. 21 Hasil Perhitungan Nilai Curah Hujan Metode Tanimoto.....	64
Tabel 5. 22 Hasil Perhitungan Distribusi Intensitas Hujan Metode Bell.....	65
Tabel 5. 23 Hasil Perhitungan Nilai R_i Metode Hasper Weduwen.....	66
Tabel 5. 24 Hasil Perhitungan R Distribusi Intensitas Hujan Metode Hasper Weduwen.....	67

Tabel 5. 25 Hasil Perhitungan Distribusi Intensitas Hujan Metode Hasper Weduwen.....	67
Tabel 5. 26 Perbandingan Nilai Distribusi Intensitas Hujan	68
Tabel 5. 27 Nilai Distribusi Hujan Terpilih	70
Tabel 5. 28 Hasil Perhitungan Konstanta a dan b atau n Perbandingan Metode Lengkung Intensitas Hujan ..	73
Tabel 5. 29 Hasil Perhitungan Lengkung Intensitas Hujan PUH 5 Tahun.....	74
Tabel 5. 30 Hasil Perhitungan Lengkung Intensitas Hujan PUH 10 Tahun.....	74
Tabel 5. 31 Perbandingan Rumus Lengkung Intensitas Lengkung PUH 5 dan PUH 10	75
Tabel 5. 32 Perbandingan Nilai Lengkung Intensitas Hujan PUH 5 Tahun.....	75
Tabel 5. 33 Perbandingan Nilai Lengkung Intensitas Hujan PUH 10 Tahun.....	75
Tabel 5. 34 Nilai Lengkung Intensitas Hujan Terpilih.....	76
Tabel 5. 35 Luas Daerah Pelayanan Saluran Primer ITS	77
Tabel 5. 36 Hasil Perhitungan Nilai Koefisien Pengaliran Saluran Primer.....	82
Tabel 5. 37 Hasil perhitungan Nilai Koefisien Pangliran Saluran Sekunder	82
Tabel 5. 38 Lanjutan dari Tabel 5.37.....	83
Tabel 5. 39 Lanjutan dari Tabel 5.38.....	84
Tabel 5. 40 Hasil perhitungan Nilai Koefisien Pangliran Saluran Tersier.....	84
Tabel 5. 41 Lanjutan dari Tabel 5.40.....	85
Tabel 5. 42 Lanjutan dari Tabel 5.41.....	86
Perhitungan waktu konsentrasi untuk seluruh saluran dapat dilihat pada Tabel 5.43 hingga Tabel 5.47.	88

Tabel 5. 43 Hasil Perhitungan Waktu Konsentrasi (tc) Saluran Primer	89
Tabel 5. 44 Hasil Perhitungan Waktu Konsentrasi (tc) Saluran Sekunder	89
Tabel 5. 45 Lanjutan dari Tabel 5.44	90
Tabel 5. 46 Hasil Perhitungan Waktu Konsentrasi (tc) Saluran Tersier.....	91
Tabel 5. 47 Lanjutan dari Tabel 5.46	92
Tabel 5. 48 Kontribusi Air Limbah Perumahan ITS	93
Tabel 5. 49 Debit Eksisting Saluran Primer	95
Tabel 5. 50 Tabel Debit Eksisting Saluran Sekunder	95
Tabel 5. 51 Lanjutan dari Tabel 5.50	96
Tabel 5. 52 Lanjutan dari Tabel 5.51	97
Tabel 5. 53 Tabel Debit Eksisting Saluran Tersier	97
Tabel 5. 54 Lanjutan dari Tabel 5.53	98
Tabel 5. 55 Perhitungan Debit Eksisting dan Kapasitas Saluran Primer	101
Tabel 5. 56 Perhitungan Debit Eksisting dan Kapasitas Saluran Sekunder	101
Tabel 5. 57 Lanjutan dari Tabel 5.56	102
Tabel 5. 58 Perhitungan Debit Eksisting dan Kapasitas Saluran Tersier.....	103
Tabel 5. 59 Lanjutan dari Tabel 5.58	104
Tabel 5. 60 Pergantian Dimensi Saluran Sekunder	106
Tabel 5. 61 Pergantian Dimensi Saluran Tersier	106
Tabel 5. 62 Lanjutan dari Tabel 5.61	107
Tabel 5. 63 Jarak dan Jumlah Street Inlet.....	110
Tabel 5. 64 Kolam ITS	111
Tabel 5. 65 Operasi dan Pemeliharaan Sistem Drainase ITS..	116

Tabel 5. 66 Rencana Saluran Baru ITS	118
Tabel 5. 67 BOQ Saluran Baru ITS.....	119
Tabel 5. 68 RAB Saluran Baru ITS	119
Tabel 5. 69 Lanjutan dari Tabel 5.68.....	120
Tabel 5. 70 Perencanaan Gorong-gorong ITS.....	120
Tabel 5. 71 Lanjutan dari Tabel 5.70.....	121
Tabel 5. 73 Lanjutan dari Tabel 5.72.....	123
Tabel 5. 74 BOQ dan RAB Pekerjaan Gorong-gorong	123
Tabel 5. 75 Lanjutan dari Tabe; 5.74	124
Tabel 5. 76 BOQ dan RAB Street Inlet ITS	124
Tabel 5. 77 BOQ Penambahan Plengsengan pada Saluran ...	125
Tabel 5. 78 RAB Penambahan Plengsengan pada Saluran	125
Tabel 5. 79 BOQ Pekerjaan Pergantian Dimensi Saluran Sekunder	125
Tabel 5. 80 Lanjutan dari Tabel 5.79.....	126
Tabel 5. 81 Lanjutan dari Tabel 5.80.....	127
Tabel 5. 82 RAB Pergantian Dimensi Saluran Sekunder.....	127
Tabel 5. 83 BOQ Pergantian Dimensi Saluran Tersier	127
Tabel 5. 84 Lanjutan dari Tabel 5.83.....	128
Tabel 5. 85 Lanjutan dari Tabel 5.86.....	129
Tabel 5. 86 Lanjutan dari Tabel 5.85.....	130
Tabel 5. 87 Lanjutan dari Tabel 5.86.....	131
Tabel 5. 88 Lanjutan dari Tabel 5.87.....	132
Tabel 5. 89 RAB Pergantian Dimesi Saluran Tersier.....	132
Tabel 5. 90 RAB Pembersihan Eceng Gondok.....	132
Tabel 5. 91 RAB Pengerukan Sedimen Kolam	132
Tabel 5. 92 Lanjutan dari Tabel 5.91.....	133

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, atau membuang air. Secara umum, drainase diartikan sebagai suatu teknis dalam mengurangi kelebihan air serta dapat juga diartikan untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Dengan cara, air akan meresap kedalam tanah, sehingga akan mencegah intrusi air laut. Secara umum, drainase dapat diartikan serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk membuang atau mengurangi kelebihan air dari suatu tempat atau lahan sehingga lahan dapat digunakan secara optimal (Suripin, 2004).

Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) seringkali mengalami banjir saat hujan lebat. Banjir terjadi di lingkungan kampus dan perumahan dalam Kampus ITS. Hal ini terjadi dikarenakan lahan di ITS memiliki kemiringan relatif datar menurut wawancara dengan pihak pengelola sarana kampus dan perumahan ITS dan data sekunder yang didapatkan oleh aplikasi *Google Earth*. Selain itu, terjadinya endapan pada saluran drainase membuat daya tampung saluran tidak maksimal. Sehingga, sistem drainase wilayah Kampus ITS perlu dikaji ulang.



Gambar 1. 1 Banjir di Kampus ITS
Sumber: (Soleh, 2016)



Gambar 1. 2 Genangan pada Wilayah ITS
Sumber: Dokumentasi Pribadi

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah, masih adanya banjir di wilayah Kampus dan perumahan ITS sehingga perlu dilakukannya perencanaan ulang sistem drainase

1.3 Tujuan Perencanaan

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari perencanaan ini adalah:

1. Evaluasi sistem drainase dan rencana penanggulangan genangan di wilayah Kampus dan Perumahan ITS.
2. Merencanakan *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari rencana penanggulangan genangan sistem drainase ITS.
3. Meninjau *Operation and Maintenance* dari evaluasi sistem drainase.

1.4 Manfaat Perencanaan

1. Sebagai bahan referensi untuk perencanaan sistem drainase ITS, sehingga dapat menghilangkan banjir dan genangan air di wilayah kampus ITS.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam perencanaan ini adalah:

1. Daerah pelayanan kampus dan perumahan ITS

2. Data yang didapat merupakan data primer dan data sekunder
3. Bill of Quantity dan RAB serta biaya *Operation and Maintenance* dalam drainase.
4. Evaluasi PUH

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB II

GAMBARAN WILAYAH STUDI

2.1 Gambaran Umum

Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember terletak di Kecamatan Sukolilo, Kotamadya Surabaya dan berada di wilayah timur kota Surabaya. Kampus ITS Sukolilo menempati areal seluas 186 hektare, dengan luas bangunan seluruhnya kurang lebih 150.000 m². (Peta Obyek Sewa dan luasan Sertipikat Tanah Kampus ITS, 2016)

2.2 Batas Wilayah Studi

Batas – batas wilayah studi dan areal pengembangan drainasse kampus ITS Sukolilo adalah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Pintu gerbang ITS bagian depan Jl. Mulyosari
- Sebelah Selatan : Pintu gerbang ITS Jl. Arief Rahman Hakim
- Sebelah Timur : Perbatasan kampus ITS dengan Kelurahan Keputih Kejawan
- Sebelah Barat : Pintu gerbang ITS Jl. Kertajaya Indah

2.3 Kondisi Topografi dan Tata Guna Lahan

Secara Topografi, kawasan wilayah studi terletak pada ketinggian 3 – 4 m diatas permukaan laut, dengan kondisi fisik tanah relative datar dan cenderung menurun sedikit kearah timur. Di kawasan wilayah studi masih memiliki open space dan Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang dapat dijadikan catchment area yaitu daerah penampung ketika datangnya hujan.

Hasil wawancara dengan konsultan perencana sistem drainase wilayah Kampus ITS serta lembaga Perencanaan dan Pengelolaan Sarana dan Prasarana Institut Teknologi Sepuluh Nopember, ITS memiliki kontur yang lebih rendah dibandingkan dengan Kelurahan Keputih, sehingga bila hujan turun, air yang datang harus ditampung terlebih dahulu pada wilayah ITS, sehingga tidak akan memperparah situasi perairan pada Kelurahan Keputih. Bila Air sudah mulai surut, baru kemudian air

dipompa yang terletak pada bagian depan ITS langsung mengarah kepada laut.

Jika hujan turun, dapat menyebabkan genangan yang dapat bertahan hingga 48 jam. Menurut Riatika (2012) peningkatan kuantitas debit *run-off* adalah berbanding terbalik dengan jumlah infiltrasi air permukaan terhadap air tanah yang sangat berpengaruh pada besarnya perkolasi air ke daerah jenuh air (akuifer), yang artinya mengurangi debit air yang masuk ke akuifer. RTH tidak dapat maksimal menyerap air karena level air yang tinggi dan penyerapan tanah yang lama. Dari observasi yang telah dilakukan, masih ada beberapa saluran drainase ITS yang tidak terhubung, sehingga menyebabkan aliran air berhenti di saluran drainase tersebut.

2.4 Kondisi Eksisting Sistem Drainase

Secara umum, kondisi fisik saluran drainase ITS kurang layak untuk menampung air hujan dikarenakan tercampur dengan air buangan, sehingga penampungan saluran drainase kurang maksimal. Selain itu, dimensi yang tidak optimal, tersendat oleh material padat, serta arah aliran yang tidak jelas dari saluran drainase juga dapat menjadi alasan kurang maksimalnya saluran drainase yang ada.

Pemanfaatan lahan kosong berupa rawa – rawa menjadi boezem telah membantu mengurangi banjir dan genangan, namun hal ini masih kurang maksimal dikarenakan masih banyak saluran sekunder yang tidak bermuara kepada boezem. Menyadari akan masih perlu diupayakan pembenahan sistem drainase kawasan kampus ITS, maka perlu diupayakan evaluasi sistem drainase yang ada pada ITS.

Pada Gambar Lampiran 1 merupakan kondisi eksisting sistem drainase yang ada pada ITS. Sehingga dari gambar tersebut dapat diketahui saluran eksisting yang ada pada wilayah ITS, termasuk bangunan-bangunan, jalan, serta sarana dan prasarana yang ada pada wilayah ITS.

Sering kali, melalui pengamatan pribadi wilayah yang sering terkena genangan air adalah pada wilayah FTK, dengan lama genangan sekitar 12 jam. Pada daerah lain, untuk daerah Robotika dan sekitar depan Teknik Informatika hingga Jurusan

Desain Produk, rata-rata mengalami genangan hingga 8 jam. Pada daerah lain, daerah yang sering mengalami genangan adalah pada daerah depan FTI hingga Jurusan Biologi. Pada daerah FTI hingga Jurusan Biologi biasanya mengalami genangan sekitar 5 jam. Untuk daerah Jurusan Teknik Lingkungan dan Teknik Sipil sering mengalami genangan air dengan lama genangan sekitar 3 jam.

Melalui survei lapangan, seringkali saat hujan deras jalan pada wilayah ITS mengalami genangan, namun kapasitas saluran tidak penuh atau masih dapat menampung air pada genangan jalan. Untuk itu, dibutuhkan evaluasi agar saluran drainase pada kampus dan perumahan dapat menjadi lebih optimal.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Kegunaan Drainase

Kegunaan drainase secara umum adalah sebagai alat pematus daerah dari kelebihan air permukaan dan air tanah. Maksudnya adalah, bila tidak dipatus atau dikendalikan dan dikontrol, maka kiriman air hujan akan masuk secara tidak terkendali ke dalam badan air penerima, sehingga akibatnya seperti yang telah disebutkan sebelumnya adalah naiknya elevasi air permukaan yang implikasinya adalah gangguan air permukaan, melimpahnya air menyebabkan banjir di sekitar badan air penerima. Jika hal tersebut dipatus atau dikendalikan dengan adanya saluran drainase yang telah direncanakan (seperti pengaturan waktu limpasannya, waktu air di saluran) maka aliran air hujan menuju badan air dapat diusahakan tidak mengganggu kondisi ekosistemnya.

Selain itu, fungsi utama dari drainase adalah sebagai pemelihara dan pengendali sumber daya air. Secara tidak langsung hal ini telah dibahas pada permasalahan di atas. Fungsinya termasuk memelihara elevasi baik air permukaan maupun air tanah (Masduki, 1985).

3.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi tidak hanya diperlukan dalam perencanaan berbagai macam bangunan air, seperti bendungan, bangunan pengendali banjir, dan bangunan irigasi tetapi juga diperlukan untuk perencanaan drainase, culvert, maupun jembatan yang melintasi sungai atau saluran serta komponen transportasi lainnya. Analisa hidrologi merupakan bidang yang sangat rumit dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh ketidakpastian dalam hidrologi, keterbatasan teori dan rekaman data, dan keterbatasan ekonomi. Hujan adalah kejadian yang tidak dapat diprediksi. Artinya, kita tidak dapat memprediksi secara pasti seberapa besar hujan yang akan terjadi pada suatu periode waktu tertentu.

Dalam hal perencanaan sistem drainase, analisa terhadap aspek hidrologi merupakan suatu hal yang harus dilakukan. Aspek

hidrologi ini meliputi perhitungan untuk melengkapi data hujan dengan melakukan uji konsistensi dan homogenitas, perhitungan curah hujan rata - rata suatu daerah analisa curah hujan maksimum dan perhitungan intensitas hujan.

Secara keseluruhan jumlah air di planet bumi ini relatif tetap dari masa ke masa. Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus menerus, dimana kita tidak tahu kapan dan dimana berawalanya dan kapan pula akan berakhir. Serangkaian peristiwa tersebut dinamakan siklus hidrologi (*hidrologic cycle*).

Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan atau dari air tanah yang merembes di dasar sungai. Kontribusi air tanah pada aliran sungai disebut aliran dasar (*baseflow*), sementara total aliran disebut debit (*runoff*). Air yang tersimpan di waduk, danau, dan sungai di sebut air permukaan (*surface water*).

Dalam kaitannya dengan perencanaan drainase, komponen yang terpenting adalah aliran permukaan. Oleh karena itu komponen inilah yang ditangani secara baik untuk menghindari bencana, khususnya bencana banjir (Linsley, 1991).

3.3 Analisa Hujan Harian

Untuk analisa distribusi frekuensi dalam bidang hidrologi dapat digunakan beberapa metode sebagai berikut:

3.3.1 Metode Gumbel

Metode ini menyatakan bahwa “Distribusi dari harga ekstrim (maksimum/minimum) tahun yang dipilih dari n sampel akan mendekati suatu bentuk batas bila ukuran sampel meningkat”. Rumus yang digunakan:

$$S_d = \bar{R} + \frac{\tau_R}{\tau_n} (Y_t - Y_n)$$

Dimana:

R = Tinggi hujan rata-rata (cm)

S_d = Standar deviasi

n & Y_n = Didapat dari tabel *reduced mean and standar deviation*

Y_t = Didapat dari tabel *reduced variate* pada PUHt tahun

Berikut adalah *Reduced Mean* (Y_n) dan *Standard Deviation* yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan *Reduce Variate* (Y_t) yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 1 Reduced Mean (n) dan Standard Deviation

n	Y_n	Sd
10	0,4952	0,9496
11	0,4996	0,9676
12	0,5035	0,9833
13	0,5070	0,9971
14	0,5100	1,0095
15	0,5128	1,0206

Sumber: Suripin, 2004

Tabel 3. 2 Reduced Variate (Y_t) pada PUH t Tahun

PUH = t Tahun	Reduce Variate (Y_t)
2	0,3668
5	1,4999
10	2,2510
25	2,9709
50	3,9028
75	4,3117
100	4,6001

Sumber: Suripin, 2004

Rentang keyakinan (Convidence Interval) untuk harga–harga RT.

Rumus :

$$R_k = \pm \cdot t(a) \cdot S_e \quad (17)$$

Dimana:

R_k = Rentang keyakinan (convidence interval, mm/jam)

$t(a)$ = Fungsi α

S_e = Probability error (deviasi)

3.3.2 Metode Log Person Type III

Metode Log Person didasarkan pada perubahan data yang ada dalam bentuk logaritmik. Langkah–langkah perhitungannya :

- Menyusun data–data curah hujan (R) mulai dari harga yang terbesar sampai dengan harga terkecil.
- Mengubah sejumlah N data curah hujan ke dalam bentuk logaritma.

$$X_i = \log R_i$$

- c. Menghitung besarnya harga rata-rata besaran tersebut, dengan persamaan:

$$\log \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

- d. Menghitung besarnya harga deviasi rata – ratadari besaran logaritma tersebut, dengan persamaan sebagai berikut:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^2}{n-1}}$$

Sd = Standard Deviasi

- e. Menghitung harga koefisien kemencengan dari besaran logaritma di atas:

$$C_s = \frac{n \cdot \sum (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3}$$

Kadang – kadang harga C_s disesuaikan dengan besarnya n , sehingga persamaannya menjadi:

$$CSH = C_s \cdot (1 + 8,5 / N)$$

- f. Berdasarkan harga *skew coefficient* (C_s) yang diperoleh dan harga periode ulang (T) yang ditentukan, dapat diketahui nilai K dengan menggunakan Tabel 3.3 – 3.4.
- g. Menghitung besarnya harga logaritma dari masing–masing data curah hujan untuk suatu periode ulang T tertentu.

$$\log X_T = \log \bar{X} + K.s$$

- h. Jadi perkiraan harga HHM untuk periode ulang T (tahun) adalah :

$$R_T = \text{antilog } X_T \text{ atau } R_T = 10^{X_T}$$

Tabel 3. 3 Nilai K untuk Distribusi Log-Person III

Interval Kejadian (<i>Recurrence Interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef, G	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	0,307	0,609	1,302	2,211	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880

Bersambung

Tabel 3. 4 Lanjutan dari Tabel 3.3

Interval Kejadian (<i>Recurrence Interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef, G	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Sumber: Suripin, 2004

3.3.3 Metode Iwai Kadoya

- Disebut juga cara distribusi terbatas sepihak (*one site finite distribution*)
- Prinsipnya mengubah variabel (x) dari kurva kemungkinan kerapatan dari curah hujan harian maksimum ke log X atau mengubah kurva distribusi asimetris menjadi kurva distribusi normal
- Kemungkinan terlampauinya W (x) dengan asumsi data hidrologi distribusi log normal
- Harga konstanta $b > 0$, sebagai harga minimum variabel kemungkinan (x)
- Agar kurva kerapatan tidak < harga minimum (-b), maka setiap sukunya diambil $x + b$, dimana harga log (a + b) diperkirakan mempunyai distribusi normal

- Perhitungan cara Iwai Kadoya adalah variabel normal, dihitung dengan persamaan:

$$\xi = c \cdot \log \frac{x + b}{x_0 + b}$$

Dimana:

$$\log(x_0 + b) = \bar{x}_0 \text{ adalah rata - rata dari } \log(x_i + b)$$

ξ = Faktor frekuensi

c = Faktor Iway Kadoya

Langkah–langkah perhitungannya:

- Memperkirakan harga X_0 :

$$\log x_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log x_i$$

Memperkirakan harga b :

$$b = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n b_i ; m = n / 10$$

$$b = \frac{X_s \cdot X_t - X_0^2}{2X_0 - (X_s + X_t)}$$

Dimana:

X_s = Harga pengamatan dengan nomor urutan (m) dari yang terbesar

X_t = Harga pengamatan dengan nomor urutan (m) dari yang terkecil

n = Banyaknya data

$m = \frac{n}{10}$ = Angka bulat (dibulatkan ke angka yang terdekat)

- Memperkirakan harga X_0 :

$$\bar{x}_0 = \log(x_0 + b) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log(x_i + b)$$

- Memperkirakan harga C:

$$\frac{1}{c} = \sqrt{\frac{2}{(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\log \frac{(x_i + b)}{(x_o + b)} \right)^2}$$

$$= \left[\left(\frac{2n}{n-1} \right) (\bar{x}^2 - x_o^2) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Dimana : $\bar{x}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{\log(x_i + b)\}^2$

dengan menggunakan rumus \bar{x}^2 dan \bar{x}_o^2 maka $1/c$ dihitung dengan rumus:

$$\frac{1}{c} = \left(\frac{2n}{n-1} \right) \cdot (\bar{x}^2 - \bar{x}_o^2)$$

Harga ξ yang sesuai dengan kemungkinan lebih sembarang (*arbitrary excess probability*) didapat dari tabel dan besarnya curah hujan yang mungkin dihitung dengan rumus berikut:

$$\log(x + b) = \log(x_o + b) + \left(\frac{1}{c} \right) \cdot \xi$$

Langkah-langkah perhitungan:

1. Harga perkiraan pertama dari x_o dan b didapat dengan rumus
2. $\log(x_i + b)$ di dapat dan $\log(x_o + b)$ didapat dengan rumus
3. $\{\log(x_i + b)\}$ dihitung dan X^2 dihitung dengan rumus
4. Dengan menggunakan X^2 dan X_o^2 , maka $1/c$ dihitung dengan rumus
5. Harga ξ yang sesuai dengan kemungkinan lebih sembarang di dapat dari tabel dan curah hujan yang mungkin diperkirakan dengan rumus.

(Basuki, 2009)

3.4 Analisis Lengkung Intensitas Hujan

Persamaan intensitas hujan terhadap variabel t umumnya untuk perhitungan debit air hujan dengan rumus:

$$I = R/t$$

Makin besar t , intensitas hujan makin kecil. Pemilihan rumus intensitas hujan yang akan dipakai berdasarkan selisih terkecil antara intensitas hasil analisis dengan intensitas teoritis. Untuk menghitung intensitas hujan, dimana harga 1 bervariasi dapat dipakai 3 rumus perhitungan, yaitu:

1. Metode Talbot

$$I = \frac{a}{t + b}$$

Dimana:

$$a = \frac{(\sum I \cdot t)(\sum I^2) - (\sum I^2 \cdot t)(\sum I)}{(N \cdot \sum I^2) - (\sum I)^2}$$

$$b = \frac{(\sum I) \cdot (\sum I \cdot t) - N(\sum I^2 \cdot t)}{(N \cdot \sum I^2) - (\sum I)^2}$$

2. Metode Sherman

$$I = \frac{a}{t^n}$$

Dimana:

$$\log a = \frac{(\sum \log I) \cdot (\sum \log^2 t) - (\sum \log t \cdot \sum \log I) \cdot (\sum \log t)}{N \cdot \sum (\log^2 t) - (\sum \log t)^2}$$

$$n = \frac{(\sum \log I \cdot \sum \log t) - n \cdot (\sum \log t \cdot \sum \log I)}{N \sum (\log^2 t) - (\sum \log t)^2}$$

3. Metode Ishiguro

$$I = \frac{a}{\sqrt{t + b}}$$

Dimana:

$$a = \frac{(\sum I \sqrt{t} \cdot \sum I^2) - (\sum I^2 \sqrt{t} \cdot \sum I)}{N \cdot \sum I^2 - (\sum I)^2}$$

$$b = \frac{(\sum I \cdot \sum I \sqrt{t}) - N \cdot (\sum I^2 \sqrt{t})}{N \sum I^2 - (\sum I)^2}$$

Dimana:

I : intensitas hujan (mm/jam).

t : durasi hujan (menit).

a, b, n : konstanta.

N : banyaknya data.

Untuk pemilihan rumus intensitas hujan dari ketiga rumus diatas, maka harus dicari selisih terkecil antara I asal dan I teoritis berdasarkan rumus diatas. Persamaan intensitas dengan selisih terkecil itulah yang dipakai untuk perhitungan debit.

3.5 Uji Kecocokan

Perbedaan maksimum yang ada tidak boleh lebih besar dari perbedaan kritis yang diijinkan (diperoleh dari tabel yang tersedia). Untuk itu perlu dilakukan uji **The Goodness of Fit**, yakni: **Uji Chi-Square** dan **Uji Smirnov-Kolmogorov**.

3.5.1 Chi-Kuadrat (χ^2 – test)

Uji ini mengkaji ukuran perbedaan yang terdapat di antara frekuensi yang diobservasi dengan yang diharapkan dan digunakan untuk menguji simpangan secara vertikal, yang ditentukan dengan persamaan :

$$\chi_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana:

χ_h^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung

G = Jumlah sub kelompok

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

Prosedur uji Chi-kuadrat adalah sebagai berikut:

1. urutkan data pengamatan

2. kelompokkan data menjadi G sub-grup yang masing-masing beranggotakan minimal 4 data pengamatan
 3. jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub-grup
 4. jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i
 5. pada tiap sub-grup hitung nilai $(O_i - E_i)^2$ dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
 6. Jumlah seluruh G sub-grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chi-kuadrat hitung
 7. Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai $R=2$ untuk distribusi normal dan binomial)
- Berikut adalah nilai variabel reduksi Gauss dan nilai chi kuadrat masing-masing dapat dilihat pada Tabel 3.5 hingga Tabel 3.7.

Tabel 3. 5 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No.	Periode Ulang, T (Tahun)	Peluang	K_T
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84

Bersambung

Tabel 3. 6 Lanjutan dari Tabel 3.5

No.	Periode Ulang, T (Tahun)	Peluang	K_T
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05

18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1.000,000	0,001	3,09

Sumber: Soewarno, 1995

Tabel 3. 7 Nilai Chi Kuadrat

R/α	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	1,642	2,706	3,841	6,635	10,827
2	3,219	4,605	5,991	9,210	13,815
3	4,642	6,251	7,815	11,345	16,268
4	5,989	7,779	9,468	13,277	18,465
5	8,558	10,645	12,592	16,812	22,547
6	9,803	12,017	14,067	18,475	24,322
7	11,030	13,362	15,507	20,090	26,125
8	12,242	14,684	16,919	21,666	27,877
9	13,442	15,987	18,307	23,209	29,588
10	14,631	17,275	19,675	24,725	31,264
11	15,812	18,549	21,026	26,217	32,909
12	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
13	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
14	18,151	21,064	23,685	29,141	36,123
15	19,311	22,307	24,996	30,578	37,697
16	20,265	23,542	26,296	32,000	39,252
17	21,615	24,769	27,587	33,409	40,790
18	22,760	25,989	28,869	34,805	42,312
19	23,900	27,204	30,144	36,191	43,820
20	25,038	28,412	31,410	37,566	45,315

Sumber: Suripin, 2004

3.5.2 Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur pelaksanaan uji Smirnov-Kolmogorov sebagai berikut:

1. Urutkan data dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut
 $X_1 = P(X_1)$
 $X_2 = P(X_2)$

- $X_3 = P(X_3)$, dan seterusnya
- Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data
 $X_1 = P'(X_1)$
 $X_2 = P'(X_2)$
 $X_3 = P'(X_3)$, dan seterusnya
 - Dari kedua peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
 $D = \text{maksimum } (P(X_n) - P'(X_n))$
 - Berdasarkan tabel nilai kritis (*smirnov-Kolmogorov test*) tentukan harga D_0 dari Tabel 3.8 – 3.9.

Tabel 3. 8 Nilai Kritis D_0 untuk Uji Smirnov-Kolmogoro

N	Derajat Kepercayaan, α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24

Bersambung

Tabel 3. 9 Lanjutan dari Tabel 3.8

N	Derajat Kepercayaan, α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber: Bonnier, 1980

3.6 Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata

Cara untuk mendapatkan hujan maksimum harian rata-rata adalah sebagai berikut:

- Tentukan hujan maksimum harian pada tahun tertentu di salah satu pos hujan
- Cari besarnya curah hujan pada tanggal-bulan-tahun yang sama untuk pos yang lain
- Hitung hujan DAS dengan salah satu cara yang dipilih
- Tentukan hujan maksimum harian pada tahun yang sama untuk pos hujan yang lain

3.7 Kriteria Perencanaan Drainase

Sistem yang direncanakan adalah sistem tercampur dengan saluran pengumpul air buangan kota. Didalam perencanaan sistem penyaluran, digunakan beberapa parameter yang merupakan dasar perencanaan sistem. Dalam menentukan arah jalur saluran air hujan yang tercampur dengan limbah rumah tangga, direncanakan terdapat batasan-batasan sebagai berikut:

1. Arah aliran dalam saluran mengikuti garis ketinggian yang ada sehingga diharapkan pengaliran secara gravitasi dan menghindari pemompaan.
2. Pemanfaatan sungai/anak sungai sebagai badan air penerima dari outfall yang direncanakan.
3. Menghindari banyaknya perlintasan saluran pada jalan, sehingga mengurangi penggunaan gorong-gorong.
4. Untuk air limbah yang diperbolehkan masuk ke saluran drainase adalah air limbah *grey water*.

Dari parameter-parameter tersebut ditunjukkan adanya faktor pembatas yaitu kondisi topografi setempat. Dari kondisi ini dikembangkan suatu sistem dengan berbagai alternatif dengan memperhitungkan segi teknis dan ekonomisnya.

Pengembangan suatu sistem mempunyai konsekuensi logis terhadap dampak perencanaan. Tetapi dengan sedikit mungkin menghindari akibat sosial yang mungkin timbul, maka diharapkan dapat dicapai perencanaan sistem seperti yang diinginkan (Takeda, 1993).

3.8 Bentuk dan Jenis Saluran

Bentuk dan jenis saluran yang dipilih, disesuaikan dengan lingkungan setempat, karena itu digunakan tipe saluran air hujan sebagai berikut:

1. Saluran Tertutup

Saluran ini dibuat dari beton tidak bertulang, berbentuk bulat (buis beton) dan diterapkan pada daerah dengan lalu lintas pejalan kaki di daerah itu padat seperti di daerah perdagangan, pusat pemerintahan dan jalan protokol. Sistem pengaliran air dari jalan ke dalam saluran menggunakan street inlet. Pada jarak tertentu dibuat suatu rumusan pemeriksaan atau *manhole* yang fungsinya selain sebagai sumuran pemeriksaan juga sebagai bangunan terjunan (*drop manhole*), untuk tiap perubahan dimensi saluran dan pertemuan saluran. Selain itu, saluran tertutup juga meliputi gorong-gorong dan siphon.

- **Manhole**

Untuk keperluan pemeliharaan sistem saluran drainase tertutup di setiap saluran diberi manhole pertemuan dengan jarak 10-50 m. Lubang manhole dibuat sekecil mungkin agar ekonomis sehingga dapat dimasuki oleh orang dewasa. Biasanya lubang manhole berdiameter 60 cm dengan tutup dari besi tulang.

- **Gorong-gorong**

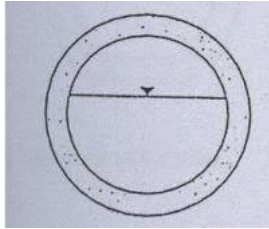
saluran tertutup yang mengalirkan air melewati jalan raya, jalan kereta api, atau timbunan lainnya.

- **Siphon**

Siphon dibuat bilamana ada persilangan dengan sungai. Siphon dibangun bawah dari penampang sungai, karena tertanam di dalam tanah maka pada waktu pembuangannya harus dibuat kuat agar tidak terjadi keretakan ataupun kerusakan konstruksi.

- **Bentuk Lingkaran**

Bentuk ini digunakan apabila debit konstan ($Q_{maks} \approx Q_{min}$) dan salurannya tertutup.

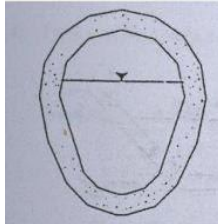


Gambar 3. 1 Bentuk Saluran Lingkaran

Sumber: Sugeng, 2017

- **Bentuk Bulat Telur**

Bentuk ini digunakan apabila debit tidak konstan (Q_{maks} berbeda dengan Q_{min}) dan salurannya tertutup.

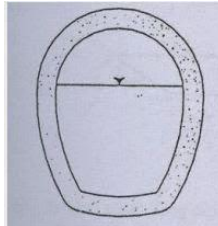


Gambar 3. 2 Bentuk Saluran Bulat Telur

Sumber: Sugeng, 2017

- **Bentuk Tapal Kuda**

Bentuk ini digunakan apabila debit (Q) besar dan konstan ($Q_{maks} \approx Q_{min}$) serta kedalaman saluran (h) terbatas.



Gambar 3. 3 Bentuk Saluran Tapal Kuda

Sumber: Sugeng, 2017

2. Saluran Terbuka

Saluran ini terdiri dari dua bentuk dengan karakteristik berbeda, yaitu:

- a. Saluran yang berbentuk segiempat dan modifikasinya. Saluran ini dibuat dari pasangan batu kali atau batu belah dan diterapkan pada daerah dengan ruang yang tersedia terbatas seperti pada lingkungan permukiman penduduk, dimana ambang saluran dapat berfungsi sebagai inlet dari air hujan yang turun pada tribury area.
- b. Saluran yang berbentuk trapesium dan modifikasinya. Saluran ini dibuat tanpa pergeseran, diterapkan pada daerah dengan kepadatan dimana ruang yang tersedia masih luas seperti daerah pertanian dan lapangan. Pada bagian tertentu, dilakukan pergeseran bila batas kecepatan maksimum tidak terpenuhi. Adapun beberapa macam bentuk saluran terdapat menjadi beberapa bentuk antara lain yaitu:

1. Bentuk segitiga atau setengah lingkaran

Bentuk ini digunakan apabila debit (Q) kecil dan salurannya terbuka. Umumnya untuk menampung dan menyalurkan air hujan di tepi jalan dan dibuang ke saluran yang lebih luas. Sebaiknya saluran diperkeras (diberi lapisan dinding dari pasangan batu muka atau beton tipis) untuk mencegah erosi, terutama jika kemiringan dasar saluran cukup besar. Pelaksanaan pengerasan saluran harus dari ujung bawah ke atas (dari hilir ke hulu). Hal ini bertujuan agar apabila setiap saat ada hujan, maka saluran sudah dapat berfungsi.

3.9 Jalur Saluran

Jaringan sistem penyaluran direncanakan disesuaikan dengan keadaan fisik daerah pelayanan. Dimana jalur saluran direncanakan terletak di tepi jalan. Kapasitas saluran dan perlengkapannya sesuai dengan beban keadaan medan serta sifat– sifat hidrolis dimana saluran dan perlengkapannya tersebut ditempatkan.

Dalam perencanaan penyaluran air hujan ini digunakan beberapa dasar perencanaan, baik secara teknis maupun hidrolis. Perencanaan secara hidrolis antara lain meliputi prinsip–prinsip hidrolika dari suatu pengaliran dalam saluran perencanaan,

secara teknis meliputi segi-segi teknik yang perlu diperhatikan dalam rencana penyaluran sesuai dengan kondisi topografi daerah perencanaan. (Chow, 1997)

3.10 Prinsip – Prinsip Pengaliran

Prinsip–prinsip pokok dari perencanaan sistem penyaluran air hujan adalah sedapat mungkin memanfaatkan jalur drainase alamiah sebagai badan air penerima. Selain itu dikenal pula kaidah–kaidah pengaliran sebagai berikut:

- a. Limpasan air hujan dari awal saluran (*tribury*) selama masih belum berbahaya, dihemat agar ada kesempatan untuk infiltrasi sebesar–besarnya sehingga dapat mengurangi debit limpasan ke bawah aliran dan sekaligus berfungsi sebagai konversi air tanah pada daerah atas (*upstream*).
- b. Saluran sebesar mungkin memberikan pengurangan debit limpasannya melalui proses infiltrasi, untuk mengendalikan besarnya profil saluran (debit aliran).
- c. Kecepatan aliran tidak oleh terlalu besar agar tidak terjadi penggerusan saluran, demikian pula tidak boleh terlalu kecil agar tidak terjadi pengendapan / pengandalan pada saluran.
- d. Profil saluran mampu menampung debit maksimum dari pengaliran sesuai dengan PUH yang telah ditentukan. Demikian pula badan air penerimanya.

3.11 Perhitungan Limpasan Hujan

Untuk perhitungan debit limpasan, digunakan metode rasional sebagai berikut.

Metode rasional

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dimana:

Q = Debit aliran (m^3/det)

C = Koefisien pengaliran, nilainya berbeda–beda sesuai dengan tata guna lahan dan faktor–faktor yang berkaitan dengan aliran permukaan di dalam sungai terutama kelembaban tanah. Harga C biasanya diambil untuk tanah jenuh pada waktu permulaan hujan. Beberapa harga C untuk tata guna lahan tertentu dapat dilihat pada tabel terlampir.

I = Intensitas Hujan (mm/jam).
 A = Luas daerah yang dilayani (km²).

Tabel 3. 10 Koefisien Aliran Permukaan DAS Pertanian Bagi Tanah Kelompok Hidrologi B

No	Tanaman Penutup Tanah dan Kondisi Hidrologi	Koefisien C Untuk Laju Hujan		
		25 mm/jam	100 mm/jam	200 mm/jam
1	Tanaman dalam Baris, buruk	0,63	0,65	0,66
2	Tanaman dalam Baris, baik	0,47	0,56	0,62
3	Padian, buruk	0,38	0,38	0,38
4	Padian, baik	0,18	0,21	0,22
5	Padang rumput potong, pergiliran tanaman, baik	0,29	0,36	0,39
6	Padang rumput penggembalaan tetap, baik	0,02	0,17	0,23
7	Hutan dewasa, baik	0,02	0,10	0,15

Sumber: (Arsyad, 2006)

Tabel 3. 11 Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional

No	Deskripsi lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C
1	Bisnis	
	* Perkotaan	0,70 - 0,95
	* Pinggiran	0,50 - 0,70
2	Perumahan	
	* Rumah Tunggal	0,30 - 0,50
	* Multiunit terpisah, terpisah	0,40 - 0,60
	* Multiunit, tergabung	0,60 - 0,75
	* Perkampungan	0,25 - 0,40
	* Apartemen	0,50 - 0,70

Bersambung

Tabel 3. 12 Lanjutan dari Tabel 3.11

No	Deskripsi lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C
3	Industri	
	* Ringan * berat	0,50 - 0,80 0,60 - 0,90
	Perkerasan	
	* aspal dan beton * batu bata, paving	0,70 - 0,95 0,50 - 0,70
	Atap	0,75 - 0,95
	Halaman, Tanah Berpasir	
	* datar 2% * rata - rata 2 - 7 % * curam 7%	0,05 - 0,10 0,10 - 0,15 0,15 - 0,20
	Halaman Tanah Berat	
	* datar 2%	0,13 - 0,17
	* rata - rata 2 - 7 %	0,18 - 0,22
	* curam 7%	0,25 - 0,35
	Halaman Kereta Api	0,10 - 0,35
	Taman Tempat Bermain	0,20 - 0,35
	Taman, Pekuburan	0,10 - 0,25
	Hutan	
	* datar, 0 - 5 % * bergelombang, 5 - 10 % * Berbukit 10 - 30 %	0,10 - 0,40 0,25 - 0,50 0,30 - 0,60

Sumber: (McCuen, 1989)

Tabel 3. 13 Koefisien Aliran Permukaan (C) untuk Daerah Urban

No	Jenis Daerah	Koefisien C
1	Daerah Perdagangan	
	* Perkotaan (down town)	0,70 - 0,90
	* Pinggiran	0,50 - 0,70

Bersambung

Tabel 3. 14 Lanjutan dari Tabel 3.13

No	Jenis Daerah	Koefisien C
2	Permukiman	
	* Perumahan satu keluarga	0,30 - 0,50
	* Perumahan berkelompok, terpisah-pisah	0,40 - 0,60
	* Perumahan berkelompok, bersambungan	0,60 - 0,75
	* Suburban	0,25 - 0,40
	* Daerah apartemen	0,50 - 0,70
3	Industri	
	* Daerah industri ringan	0,50 - 0,80
	* Daerah industri berat	0,60 - 0,90
4	Taman, pekuburan	0,10 - 0,25
5	Tempat bermain	0,20 - 0,35
6	Daerah stasiun kereta api	0,20 - 0,40
7	Daerah belum diperbaiki	0,10 - 0,30
8	Jalan	0,70 - 0,95
9	Bata	
	* Jalan, hamparan	0,75 - 0,85
	* Atap	0,75 - 0,95

Sumber: (Arsyad, 2006)

Sehingga, dari ketiga tabel tersebut, nilai C yang dipilih adalah pada daerah perdagangan untuk daerah perkotaan dengan nilai C 0,70 – 0,90. Alasan nilai C tersebut yang dipilih dikarenakan kondisi tersebut paling mendekati dengan kondisi wilayah ITS, selain itu, rentang nilai 0,70 – 0,90 memiliki banyak persamaan dengan nilai C yang lain seperti perkerasan beton, daerah industri, dan lain-lain. Sehingga diasumsikan nilai C 0,70 – 0,90 mewakili nilai C yang ada pada kondisi wilayah ITS.

Makin besar *Catchment Area*, maka perlu adanya gelombang banjir harus diperhitungkan, untuk itu pengaruh tampungan saluran di saat mengalami puncak pengaliran debit dihitung dengan menggunakan Rasional Method dengan mengalika suatu koefisien daya tampung daerah tangkapan hujan,

sehingga bentuk perhitungan menggunakan Metode Rasional Modifikasi (MRM), besar koefisien tersebut sebagai berikut:

$$C_s = \frac{2 tc}{2 tc + td}$$

C_s = Koefisien Penampungan

tc = Waktu konsentrasi (jam)

td = waktu mengalir dalam saluran (detik)

Rumus rasional method sesuai digunakan untuk daerah pengaliran yang kecil dengan batasan 20 sampai 300 Ha, sedangkan untuk Rasional Modifikasi dapat digunakan untuk daerah pengaliran sampai 1300 Ha. Sehingga perhitungan Rasional Modifikasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \cdot C_s \cdot C \cdot I \cdot A$$

Catchment area melayani suatu areal tertentu pada sistem drainase. Catchment area ditentukan dari kontur tertinggi dari wilayah perencanaan hingga dibuat area yang akan dilayani. Penentuan besarnya catchment area tergantung dari beberapa faktor, yaitu:

1. Kondisi topografi proyek
2. Sarana/prasarana drainase yang sudah ada
3. Sarana/prasarana jalan dan bangunan yang sudah ada dan akan dibangun
4. Ketersediaan lahan alur saluran

Sebelum menghitung curah hujan rata-rata stasiun pengamat hujan, maka terlebih dahulu perlu dihitung luas *catchment area* dari masing-masing stasiun pengamat hujan. Perhitungan luas *catchment area* tersebut bisa dilakukan dengan 2 cara, yaitu manual (menggunakan kertas kalkir) yang kemudian dikalikan dengan skala peta atau menggunakan Auto cad dengan cara menghitung luasan yang ada di peta. Berikut ini adalah perhitungan curah hujan rata-rata wilayah kampus dan perumahan ITS dengan menggunakan Autocad, yaitu dengan cara :

- menyesuaikan dengan skala gambar yang telah ada,
- Menentukan letak stasiun pengamat,
- Menghubungkan stasiun pengamat,
- Menentukan garis thiessen, menentukan catchment area per stasiun,
- Menghitung luasan catchment area per stasiun.

Selanjutnya dihitung curah hujan rata-rata dengan mengalikan perbandingan luasan di atas dengan data curah hujan tiap tahun. Berikut ini merupakan contoh perhitungan curah hujan rata-rata yang paling tinggi di setiap stasiun :

$$R = (A_1 \times R_1) + (A_2 \times R_2) + (A_n \times R_n)$$

Waktu yang diperlukan air hujan dalam saluran untuk mengalir sampai ke titik pengamatan (t_d) ditentukan oleh karakteristik hidrolis di dalam saluran dimana rumus pendekatannya adalah:

$$t_d = \frac{L}{V}$$

Dimana: L = panjang saluran (m)
 V = kecepatan aliran (m/det)

Untuk mencari nilai V dapat digunakan rumus kecepatan Manning sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Dimana: n = harga kekasaran saluran
 R = radius hidrolis
 S = kemiringan medan / *slope* (m/m)

Rumus Manning tersebut dianjurkan untuk dipakai dalam saluran buatan atau dengan pasangan (*lining*). Untuk saluran alami, dianjurkan untuk memakai rumus kecepatan de Chezy. Berikut adalah harga n tercantum untuk koefisien kekasaran Manning seperti pada Tabel 3.15 – 3.16.

Tabel 3. 15 Koefisien Kekasaran Manning

Jenis Saluran		n
Saluran Galian	Saluran tanah	0,022
	Saluran pada batuan, digali merata	0,035
Saluran Alam	Berumput	0,027
	Semak-semak	0,050
	Tidakberaturan, banyak semak, dan pohon batang	0,100
	Pohon banyak jatuh ke saluran	0,150

Bersambung

Tabel 3. 16 Lanjutan dari Tabel 3.15

Perkerasan	Lapisan beton Seluruhnya	0,150
	Lapisan beton pada kedua sisi saluran	0,015
	Pasangan batu, diplester	0,020
	Pasangan batu, diplester pada kedua sisi saluran	0,022
	Pasangan batu, disiar	0,025
	Pasangan batu kosong	0,030

Sumber: Subarkah, 1980

Koefisien pengaliran (c) merupakan jumlah hujan yang jatuh dengan mengalir sebagai limpasan dari hujan, dalam permukaan tanah tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi harga koefisien pengaliran ini adalah adanya infiltrasi dan tampungan hujan pada tanah, sehingga mempengaruhi jumlah air hujan yang mengalir. Penerapan koefisien pengaliran (c) dalam pemakaian metode rasional, disesuaikan dengan tata guna lahan dari rencana pengembangan tanah atau daerah setempat.

Air hujan yang jatuh di suatu tempat pada daerah aliran sungai memerlukan waktu untuk mengalir sampai pada titik pengamatan. Lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik pengamatan oleh air hujan yang jatuh di tempat terjauh dari titik pengamatan disebut waktu konsentrasi atau *time of concentration* (t_c). Waktu konsentrasi merupakan penjumlahan antara waktu yang dibutuhkan oleh air hujan yang jatuh di daerah pematasan untuk masuk kedalam saluran (t_o) dengan waktu yang dibutuhkan oleh air yang masuk ke dalam saluran untuk mengalir sampai ke titik pengamatan (t_d) sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$t_c = t_o + t_d$$

Waktu yang dibutuhkan oleh air hujan yang jatuh di daerah lahan untuk masuk ke dalam saluran (t_o), dipengaruhi oleh:

1. Kekasaran permukaan tanah yang dilewati dapat menghambat pengaliran
2. Kemiringan tanah mempengaruhi kecepatan pengaliran di atas permukaan
3. Adanya lekukan pada tanah menghambat dan mengurangi jumlah air yang mengalir

4. Ukuran luas daerah aliran dan jarak dari *street inlet* juga berpengaruh terhadap lamanya waktu pengaliran tersebut.

Menurut (Suripin, 2004) dalam mencari besarnya t_o pada perhitungan kapasitas saluran dapat digunakan beberapa rumus di bawah ini:

$$t_o = 1,44 \left(n \frac{L_o}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,467}$$

Dimana: t_o = waktu limpasan (menit)
 n = koefisien hambatan
 L_o = panjang limpasan (m)
 S_o = kemiringan medan/*slope* (m/m)

Waktu untuk mengalir dalam saluran (td)

$$t_d = \frac{L}{V} \text{ (detik)}$$

atau

$$t_d = \frac{L}{V} \cdot \frac{1}{60} \text{ (menit)}$$

Dimana: L = panjang saluran (m)
 V = kecepatan aliran (m/detik)

3.11.1 Kontribusi Air Limbah

Pada kenyataannya, sistem drainase di Indonesia masih menggunakan sistem tercampur dengan air limbah *grey water* perumahan dan sejenisnya. Untuk itu, butuh direncanakan agar kapasitas saluran memenuhi dengan beban tambahan *grey water*. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kontribusi air limbah pada saluran drainase, yaitu:

1. Catchment area yang dilayani
2. Populasi penduduk yang mendiami sekitar pelayanan saluran
3. Debit air limbah yang dihasilkan, harus mengetahui *black water* yang dihasilkan dan *grey water* yang dihasilkan.
4. Faktor tambahan air limbah pada saluran drainase.

Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_{\text{grey water}} = Q \times 0,7 \text{ (faktor)}$$

3.12 Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap dimaksudkan sebagai sarana pelengkap dan pendukung sistem penyaluran air hujan yang tujuan utamanya adalah membantu melancarkan fungsi pengaliran sesuai yang apa yang diharapkan dan diperhitungkan. Bangunan pelengkap yang ada pada sistem drainase antara lain:

3.12.1 Sambungan Persil

Merupakan sambungan saluran air hujan dari rumah–rumah ke saluran air hujan yang terletak di tepi–tepi jalan. Sambungan ini dapat berupa saluran terbuka atau tertutup dan dibuat terpisah dari saluran air buangan.

Dalam prakteknya, pertemuan saluran diusahakan mempunyai ketinggian yang sama untuk mengurangi konstruksi yang berlebihan, yaitu dengan jalan optimasi kecepatan untuk menghasilkan kemiringan yang diinginkan. Untuk mengurangi kehilangan tekanan yang terlalu besar dan untuk keamanan konstruksi, maka dinding pertemuan saluran dibuat tidak bersudut atau dibuat lengkung serta diperhalus. Untuk pertemuan saluran yang berbeda jenis maupun bentuknya, maka digunakan bak yang berfungsi sebagai bak pengumpul.

3.12.2 Street Inlet

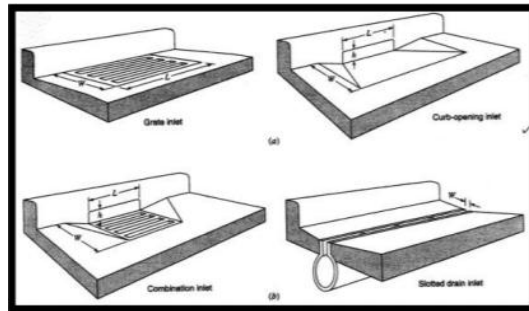
Street Inlet merupakan lubang di sisi jalan yang berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan yang berada di sepanjang jalan menuju ke dalam saluran. Sesuai dengan kondisi dan penempatan saluran serta fungsi jalan yang ada, maka pada jenis penggunaan saluran terbuka tidak diperlukan *street inlet* karena ambang saluran yang ada merupakan bukaan yang bebas. Peletakan *street inlet* mempunyai ketentuan – ketentuan, sebagai berikut:

- Diletakkan pada tempat yang tidak memberikan gangguan lalu lintas jalan maupun pejalan kaki.
- Ditempatkan pada daerah yang rendah di mana limpasan air hujan menuju ke arah tersebut.
- Air yang masuk melalui *street inlet* harus secepatnya mengalir ke dalam saluran.
- Jumlah *street inlet* harus cukup untuk dapat menangkap limpasan air hujan pada jalan yang bersangkutan.

Rumus yang digunakan, yaitu:

$$D = \frac{280}{W} \sqrt{S}$$

Dimana: D = *Distance* atau jarak antar *street inlet* (m)
 S = *Slope* atau Kemiringan (%), $D \leq 50$ m
 W = Lebar Jalan (m)



Gambar 3. 4 Bentuk Street Inlet
 Sumber: Suharyanto, 2013

3.12.3 Gorong-Gorong

Gorong-gorong adalah bangunan yang diperlukan untuk menyalurkan air hujan bila saluran yang akan dibangun menyeberangi atau melintasi jalan. Perencanaannya tetap didasarkan pada debit yang mengalir pada gorong-gorong. Selain itu, faktor endapan lumpur yang mungkin timbul saat pengaliran harus dihindari. Caranya adalah mengatur kecepatan pengaliran lebih atau sama dengan kecepatan *self-cleansing*. Dalam perencanaan ini kecepatan minimal air dalam gorong-gorong yang digunakan adalah 0,5 – 3 m/detik.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan gorong-gorong adalah :

$$Z_1 \text{ (kehilangan masuk)} = \frac{k_m (V_{gorong} - V_{saluran})^2}{2g}$$

$$Z_2 \text{ (kehilangan keluar)} = \frac{k_k (V_{gorong} - V_{saluran})^2}{2g}$$

$$Z_3 \text{ (kehilangan energi akibat gesekan)} = \frac{V_{\text{gorong}}^2 \times L_{\text{gorong}}}{C^2 \times R}$$

$$R = \frac{h}{2}$$

$$C = K \times R^{1/6}$$

Dimana:

Z_1	= kehilangan energi pada peralihan masuk.
Z_2	= kehilangan energi pada peralihan keluar.
Z_3	= kehilangan energi akibat gesekan.
$k_m \& k_k$	= faktor kehilangan energi yang bergantung pada hidrolis peralihan.
V_{gorong}	= kecepatan air di dalam gorong-gorong (m/detik)
V_{saluran}	= kecepatan air di dalam saluran (m/detik)
R	= jari-jari hidrolis (m)
h	= kedalaman air di gorong-gorong (m)
C	= koefisien <i>Chezy</i>
K	= koefisien kekasaran mikler (= 70 m ^{1/3} /detik)
L_{gorong}	= panjang gorong-gorong (m)

3.12.4 Out Fall

Out Fall merupakan ujung saluran air hujan yang ditempatkan pada sungai atau badan air penerima lainnya. Struktur *Out Fall* hampir sama dengan struktur bangunan terjunan karena biasanya titik ujung saluran terletak pada elevasi yang lebih tinggi dari permukaan badan air penerima, sehingga dalam perencanaan, *Out Fall* ini merupakan bangunan terjunan miring dari konstruksi pasangan batu kali atau batu belah. Pada pengembangan area di dekat pantai, sistem drainase dipengaruhi oleh pasang surut. Secara hidrolika, pengaruh pasang surut pada aliran bagian hilir menyebabkan aliran balik (*backwater*). Kondisi ini dapat digabungkan dalam perencanaan struktur *Out Fall*-nya atau bagian terminal dari sistem drainase dengan menggunakan metode *backwater* yang sederhana. Beberapa model dapat digunakan untuk mengevaluasi pengaruh pasang surut, antara lain persamaan *Saint - Venant* dan program computer SWMM.

Bangunan *Out Fall* sistem drainase yang diletakkan di zona pasang surut biasanya digunakan bangunan *flapgates*. Bangunan ini memiliki pintu yang digantung, yang mencegah air

masuk kembali ke dalam sistem drainase. Aliran air dalam sistem drainase harus mempunyai sisa tekanan yang memungkinkan pintu secara otomatis terbuka atau tertutup. Pertimbangan dalam membangun *Out Fall* pada kondisi terburuk, pada saat air pasang dan hujan juga sangat lebat terjadi secara bersamaan, harus menjadi perhatian dalam perencanaan sistem drainase. Kriteria perencanaan dibuat pada kondisi banjir dan seluruh infrastruktur perkotaan pada saat tersebut tidak mengalami genangan.

3.12.5 Talang

Talang tidak beda jauh dengan jembatan. Bila jembatan menyalurkan lalu lintas, maka talang berfungsi untuk menyalurkan air dan diletakkan diatas pangkal-pangkal. Talang biasanya terbuat dari kayu, pasangan batu, baja atau beton bertulang.

Talang kayu biasanya digunakan untuk saluran yang sifatnya sementara. Talang dari pasangan batu dibuat menjadi satu dengan tembok-tembok pangkalnya. Talang dari beton bertulang dibuat cukup untuk memikul beban karena berat air dan berat talang itu sendiri. Sedangkan talang baja dibuat dari besi plat yang diletakkan pada suatu kerangka yang bekerja sebagai pemikulnya, dimana pilar-pilarnya juga terbuat dari baja. Kecepatan air dalam talang dari pasangan batu atau beton biasanya diambil tidak lebih dari 1,5 – 2,5 m/dt dan untuk talang baja sampai 3,5 m/dt.

3.13 Pompa

Banjir atau genangan yang terjadi di daerah perkotaan, khususnya daerah yang terletak di dataran rendah dekat pantai, dapat berasal dari tiga sumber; yaitu air kiriman dari hulu yang meluap dari sungai induk, hujan setempat, dan genangan akibat air pasang. Daerah yang tidak dapat dilayani oleh drainase sistem gravitasi dinamakan daerah drainase interior. Sistem drainase yang tidak dapat sepenuhnya mengandalkan gravitasi. Sebagai faktor pendorong, maka perlu dilengkapi dengan stasiun pompa. Pompa ini berfungsi untuk membantu mengeluarkan air dari kolam penampung banjir maupun langsung dari saluran drainase pada saat air tidak dapat mengalir secara gravitasi karena air tidak dapat mengalir secara gravitasi karena air di muaranya/pengurasnya lebih tinggi baik akibat pasang surut maupun banjir. Dalam

perencanaan hidraulika sistem pompa, perlu dipelajari hal-hal sebagai berikut:

- 1) Aliran masuk (*inflow*) ke kolam penampung,
- 2) Tinggi muka air sungai pada titik *outlet*,
- 3) Kolam penampung dan volume tampungan,
- 4) Ketinggian air maksimum dan kapasitas pompa yang diperlukan,
- 5) Dimensi penguras,
- 6) Pengaruh pompa, dan
- 7) Pola operasi pompa.

Persaman kontinuitas sebagai berikut:

$$Q_i - Q_o = \frac{dV}{dt}$$

Dimana:

Q_i = Lajur aliran masuk, m³/detik

Q_o = Laju aliran keluar atau kapasitas pompa, m³/detik

V = Volume tampungan, m³, dan

t = Waktu, detik

3.13.3 Klasifikasi Pompa

Pompa dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu pompa turbo (*rotodynamic pump*) dan non turbo (*positive displacement pump*). Pompa turbo terdiri dari pompa sentrifugal, aliran campuran, dan aliran aksial. Sedangkan non turbo terdiri dari pompa *regenerative*, pompa torak (*reciprocating*), pompa putar (*rotary*), pompa *vacuum*, pompa jet, dan pompa *air lift*. Untuk menentukan pompa dengan efisiensi terbaik dapat dilihat pada gambar berikut ini.

3.13.3 Tinggi Tekan Pompa

Tinggi tekan pompa dibedakan menjadi dua, yaitu tinggi tekan statis dan tinggi tekan manometrik atau tinggi tekan total atau tinggi tekan efektif.s

- 1) Tinggi Tekan Statis (*static head*)

Merupakan jarak vertikal antara muka air di tangki bawah, dimana air akan dipompa naik dan muka air di tangki atas yang merupakan penerima air dari pompa. Tinggi tekan statis dapat dirumuskan dalam bentuk persamaan berikut:

$$H_s = h_s + h_d$$

- 2) Tinggi Tekan Manometrik (*manometric head*)

Merupakan tinggi tekan total yang harus dipenuhi oleh pompa untuk menaikkan air setinggi teekan statis, sehingga diperoleh persamaan berikut:

$$H_m = H_s + \text{kehilangan tinggi tekan}$$

Kehilangan tinggi tekan dapat ditulis menjadi persamaan berikut:

$$H_m = h_s + h_d + h_{fs} + h_{fd} + \frac{V_d^2}{2g}$$

H_{fs} = Kehilangan tinggi tekan dari gesekan dan kehilangan minor

H_{fd} = Kehilangan tinggi tekan pada sistem pipa buang, dan

V_d = Kecepatan pada pipa buang

3.14 Operasi dan Pemeliharaan

Tidak ada penanganan yang istimewa terhadap bangunan-bangunan drainase ini. Beberapa langkah operasi dan pemeliharaannya adalah:

Meletakkan bangunan drainase sesuai dengan rencana tata lahan kota, jadi selain tidak merusak keindahan kota, juga tidak mengganggu masyarakat.

Membersihkan bangunan pelengkap drainase secara rutin, dan lain – lain. (Hartati, 2002)

3.15 Peraturan Kebijakan Sistem Drainase

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12 / PRT / M / 2014, dalam konsep drainase berwawasan lingkungan meliputi:

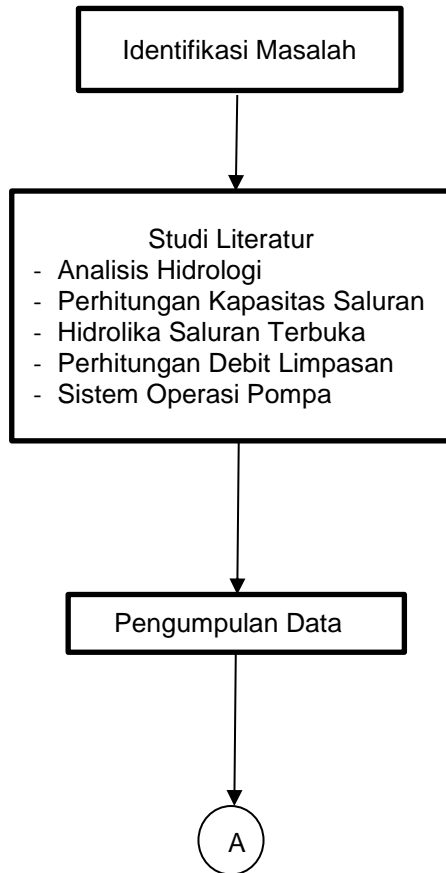
1. Sumur Resapan adalah Prasarana Drainase yang berfungsi untuk menampung air hujan dari atap bangunan ke dalam tanah melalui lubang sumuran.
2. Kolam Tandon adalah Prasarana Drainase yang berfungsi untuk menampung air hujan agar dapat digunakan sebagai air baku.
3. Kolam Retensi adalah Prasarana Drainase yang berfungsi untuk menampung dan meresapkan air hujan di suatu wilayah.

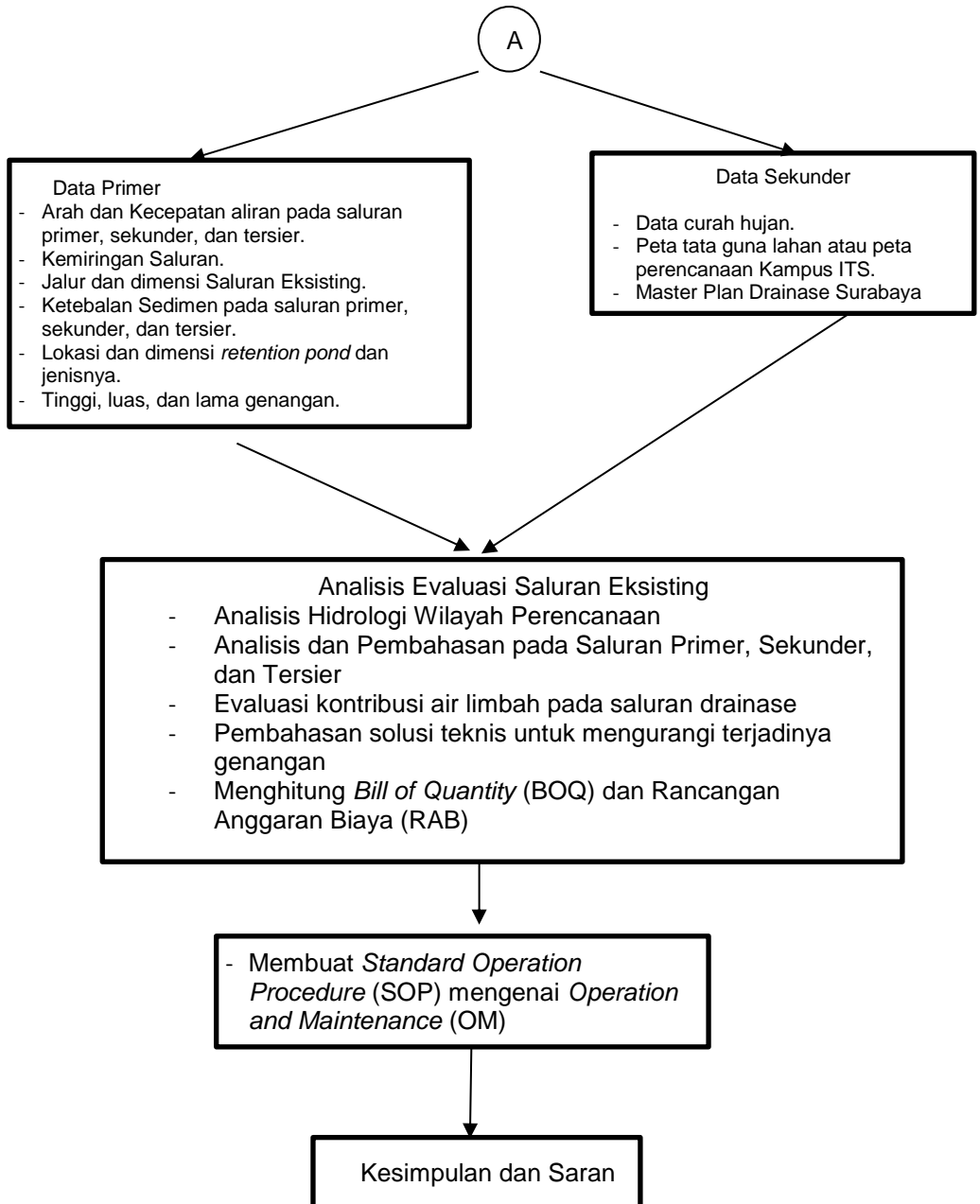
“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB IV METODOLOGI PERENCANAAN

4.1 Kerangka Metodologi Perencanaan

Berikut adalah Metodologi Perencanaan pada Tugas Akhir berikut:





4.2 Tahapan Perencanaan

Berdasarkan kerangka perencanaan, didapatkan tahapan perencanaan sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Ide perencanaan “Evaluasi Sistem Drainase dan Pengendalian Genangan Air di Kampus dan Perumahan ITS Surabaya” ini dilatarbelakangi oleh adanya genangan yang terdapat diwilayah ITS.

2. Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan untuk mendapatkan dasar teori yang berkaitan dengan perencanaan sehingga dapat menjadi acuan dalam melaksanakan perencanaan. Sumber literatur yang digunakan anatara lain adalah jurnal, tugas akhir terdahulu, *text book*, artikel ilmiah, dan peraturan-peraturan terkait wilayah wilayah yang direncanakan. Literatur yang digunakan meliputi analisis hidrologi, perhitungan kapasitas saluran, hidrolika saluran terbuka, perhitungan debit limpasan, sistem operasi pada pompa, serta literatur lain yang menunjang. Studi literatur ini dilakukan mulai dari awal pelaksanaan hingga penarikan kesimpulan.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendukung perencanaan yang akan dilakukan. Data yang dikumpulkan dalam perencanaan merupakan data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapat langsung dari survei lapangan, sementara data sekunder adalah data yang diambil dari instansi-instansi yang berkaitan dengan Kampus ITS.

A. Data primer yang diperlukan antara lain:

- Arah dan Kecepatan aliran pada saluran primer, sekunder, dan tersier.
Digunakan untuk mengetahui arah, kecepatan, dan debit aliran yang masuk pada saluran primer, sekunder, dan tersier di wilayah kampus dan perumahan ITS.
- Kemiringan Saluran.
- Dimensi Saluran Eksisting.
- Ketebalan Sedimen pada saluran primer, sekunder, dan tersier.
- Luasan *retention pond* dan jenisnya.

- Tinggi, luas, dan lama genangan.
- B. Data sekunder yang diperlukan antara lain:
 - Data curah hujan.
 - Peta tata guna lahan atau peta perencanaan Kampus ITS.
 - Master Plan Drainase Surabaya
- 4. Analisis Evaluasi Saluran Eksisting
 Analisis evaluasi saluran eksisting dilakukan untuk mengetahui saluran optimal untuk mengurangi genangan air. Analisis evaluasi dilakukan dengan cara:
 - Analisis hidrologi
 Analisis hidrologi dilakukan untuk perencanaan berbagai macam bangunan air, aspek yang meliputi perhitungan untuk melengkapi data adalah uji konsistensi dan homogenitas, perhitungan curah hujan rata – rata, dan perhitungan intensitas hujan.
 - Analisis dan pembahasan pada saluran
 Analisis dan pembahasan pada saluran dilakukan untuk mengetahui apakah kapasitas pada saluran sudah mencukupi atau perlu diperbesar dimensi pada saluran.
 - Evaluasi kontribusi air limbah pada saluran drainase
 Evaluasi kontribusi air limbah pada saluran drainase dilakukan dengan cara menentukan daerah pelayanan. Kemudian menentukan koefisien pengaliran (C) dan Area (A) yang dilayani, dengan cara mengetahui kondisi eksisting dan kondisi rencana wilayah kampus dan perumahan ITS. Setelah itu, mencari tahu rekening air dari kampus dan perumahan ITS yang kemudian akan diketahui jumlah pemakaian air PDAM perhari dan dapat diketahui jumlah air yang akan menjadi grey water dan berkontribusi pada saluran drainase.
 - Pembahasan solusi teknis untuk menghilangkan terjadinya genangan
 Solusi teknis dilakukan untuk merencanakan penambahan jalur, penambahan street inlet, dan

- menambah bangunan air untuk mengurangi genangan air.
- Menghitung Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)
Menghitung BOQ dan RAB dilakukan untuk mengetahui volume bahan yang dibutuhkan dalam perencanaan serta anggaran biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan.
5. Membuat Standard Operation Procedure (SOP)
Mengenai OM
Pembuatan SOP mengenai *operation and maintenance* (OM) dilakukan untuk membuat penyaluran saluran menjadi lebih optimal. Diharapkan dapat diketahui periode optimal dilakukannya pengerukan pada saluran dan *retention pond* yang ada pada wilayah kampus dan perumahan ITS.
6. Kesimpulan dan Saran
Kesimpulan diperoleh berdasarkan hasil analisis dari pembahasan data perencanaan yang dilakukan sehingga diperoleh masalah utama yang menjadi penyebab masih timbulnya banjir dan genangan pada wilayah kampus dan perumahan ITS yang kemudian ditetapkan rencana tindak lanjut yang dilakukan. Selanjutnya menentukan saran untuk mengendalikan genangan yang timbul pada wilayah studi kampus dan perumahan ITS.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

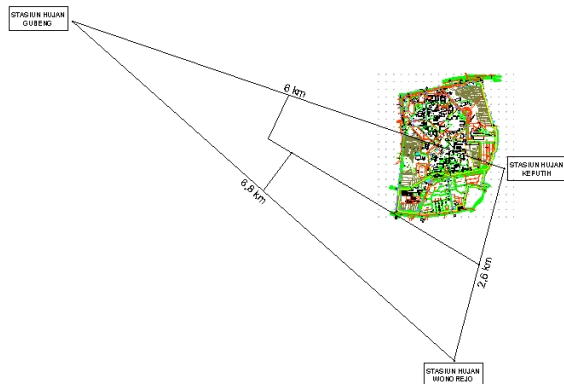
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Perhitungan Curah Hujan Rata-rata

Metode yang digunakan adalah metode poligon thiessen. Metode ini dipilih karena titik pengamatan di dalam daerah tersebut tidak tersebar merata, sehingga perhitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan untuk mengetahui luas *catchment area* yang dilayani setiap stasiun hujan dengan proporsi luasan daerah yang lebih akurat. Perhitungan luas *catchment area* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu manual menggunakan kertas kalkir dan dengan skala peta menggunakan Autocad.

berikut adalah cara perhitungan curah hujan rata-rata dengan menggunakan Autocad:

- menyesuaikan dengan skala gambar yang telah ada
- menentukan letak 3 stasiun pengamatan
- menentukan garis thiessen, menentukan *catchment area* per stasiun
- menghitung luasan *catchment area* per stasiun



Gambar 5. 1 Luasan Thiessen untuk 3 Stasiun Sekitar ITS

Berdasarkan metode poligon Thiessen, maka Stasiun hujan Wonorejo dan Stasiun Hujan Gubeng tidak termasuk melayani hujan daerah Kampus dan Perumahan ITS, sehingga, dalam perhitungan selanjutnya akan memakai Stasiun hujan Keputih sebagai acuan perhitungan analisis hidrologi. Berikut adalah perhitungan dari rata-rata curah hujan Stasiun Keputih dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Rata-rata Curah Hujan Keputih

No	Stasiun Hujan Keputih			
	St. A)			
	R1 (mm)	Luas Pelayanan Stasiun (km ²) (A)	R1 x A	R (mm)
1	164	3,087	506,268	164
2	134	3,087	413,658	134
3	127	3,087	392,049	127
4	120	3,087	370,44	120
5	90	3,087	277,83	90
6	90	3,087	277,83	90
7	85	3,087	262,395	85
8	84	3,087	259,308	84
9	80	3,087	246,96	80
10	78	3,087	240,786	78
Total				1052
Rata - rata				105,2

5.2 Analisis Hidrologi

Pada analisis hidrologi dibutuhkan data curah hujan harian maksimum pada stasiun hujan terdekat di wilayah studi, yaitu Stasiun Hujan Keputih. Dipilihnya stasiun hujan Keputih berdasarkan luas daerah pengaruh yang diwakili masing-masing

stasiun hujan mencakupi wilayah studi yang dibuktikan dengan terbentuknya poligon tertutup. Berikut adalah data curah hujan harian maksimum stasiun hujan Keputih yang dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Data Curah Hujan Maksimum Terpilih

Tahun	Hujan Harian Maksimum (mm)
	ST.Keputih
	(ST.A)
2007	127
2008	90
2009	120
2010	90
2011	78
2012	85
2013	80
2014	134
2015	84
2016	164

Sumber: UPT PSAWS Buntung Peketingan, 2016

5.2.1 Perhitungan Uji Homogenitas

Uji ini dilakukan untuk menghindari adanya ketidak homogenan data, dimana jika terjadi hal tersebut mengakibatkan penyimpangan data hasil perhitungan. Langkah perhitungan dari uji homogenitas ini yaitu hasil perhitungan rata-rata pertahun diurutkan dari nilai yang paling besar sampai yang terkecil. Selanjutnya R dari tahun 2007 sampai 2016 dicari rata-ratanya. Setelah diketahui rata-ratanya, masing-masing R di setiap tahunnya dikurangi rata-ratanya. Hasilnya kemudian dikuadratkan. Perhitungan dilakukan untuk mencari standar deviasi (Sd).

Berikut adalah perhitungan untuk uji homogenitas masing-masing stasiun:

1. Stasiun Hujan Keputih

- Menghitung R:

$$R = \left[\frac{\sum(R_i)}{n} \right]$$

Tabel 5. 3 Hasil Perhitungan Nilai Curah Hujan Stasiun Hujan Keputih

Rangking	Data (Ri)	(Ri-R)	(Ri-R) ²
1	134	28,8	829,44
2	127	21,8	475,24
3	120	14,8	219,04
4	90	-15,2	231,04
5	90	-15,2	231,04
6	85	-20,2	408,04
7	84	-21,2	449,44
8	80	-25,2	635,04
9	78	-27,2	739,84
10	164	58,8	3457,44
Jumlah	1052		7675,6
(R)	105,2		

- Menghitung Standar Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(Ri-R)^2}{n-1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{7675,6}{10-1}} = 29,2$$

- Untuk data sebanyak sepuluh (n=10) dari Tabel 3.1 *Reduced Mean* dan *Standard Deviation* pada Sub Bab 3.3.1, diperoleh nilai ($\sigma_n = 0,9496$ dan $Y_n = 0,4952$):

$$1/\alpha = \frac{Sd}{\sigma_n}$$

$$= \frac{29,2}{0,9496} = 30,75$$

$$\mu = R - \frac{1}{\alpha} \cdot Y_n$$

$$= 105,2 - (30,75 \times 0,4952)$$

$$= 89,97$$

- Persamaan regresi

$$R = \mu + \frac{1}{\alpha} \cdot Y$$

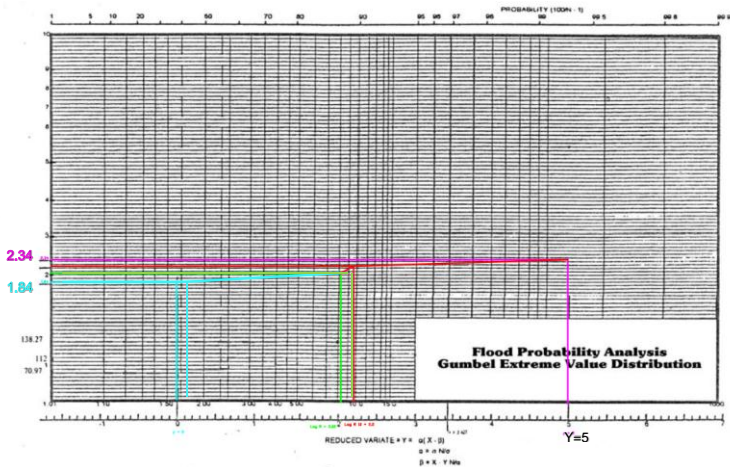
$$= 89,97 + 30,75 \cdot Y$$

Maka,

Jika $Y_1 = 0$, $R_1 = 89,97$: $\text{Log } R_1 = 1,95$

Jika $Y_2 = 5$, $R_2 = 243,72$: $\text{Log } R_2 = 2,39$

Untuk $PUH = 10$ dari tabel *Reduced Variate*, diketahui nilai ($\text{Log } R_{10} = 2,2$). selanjutnya, nilai R_1 dan R_2 diplot pada grafik *Gumbel Probability* yang dapat dilihat pada gambar 5.2.



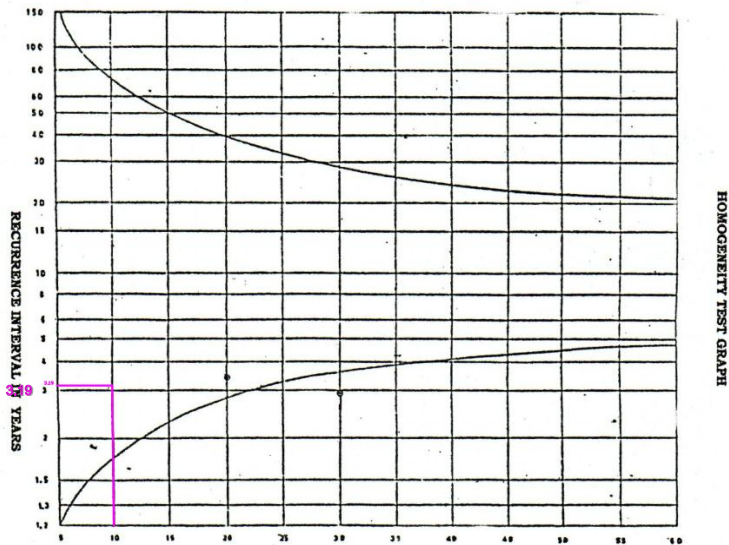
Gambar 5. 2 Gumbels Probability Stasiun Hujan Keputih

Dari grafik diatas diperoleh $\text{Log } R_{10} = 2,2$, $R_{10} = 166$, $T_r = 2,02$. kemudian titik homogenitas dapat dari ordinat.

$$T_R = \frac{R_{10}}{R} \times T_r$$

$$T_R = \frac{166}{105,2} \times 2,02 = 3,19$$

sehingga, titik homogenitas stasiun Keputih berada pada koordinat $(n, T_R) = (10; 3,19)$, dimana data berada pada range homogenya yang dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5. 3 Homogenitas Stasiun Keputih

Dari Gambar 5.3, maka dapat disimpulkan data hujan stasiun Keputih yang digunakan homogen.

5.2.2 Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum

Dari data curah hujan daerah perencanaan, dilakukan analisis terhadap kecenderungan besarnya hujan harian maksimum (HHM) dalam satuan millimeter perhari. Tiga metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan harian maksimum yaitu:

1. Metode Gumbel

R dari rata-rata Aljabar yang dihitung deviasinya dapat dilihat pada tabel 5.4 – 5.5.

Tabel 5. 4 Hasil Perhitungan Hujan Harian Maksimum Metode Gumbel

Rangking	Rthiessen	Rthiessen - R	(Rthiessen - R) ²
1	164	58,8	3457,44

Bersambung

Tabel 5. 5 Lanjutan dari Tabel 5.4

Rangking	Rthiessen	Rthiessen - R	(Rthiessen - R) ²
2	134	28,8	829,44
3	127	21,8	475,24
4	120	14,8	219,04
5	90	-15,2	231,04
6	90	-15,2	231,04
7	85	-20,2	408,04
8	84	-21,2	449,44
9	80	-25,2	635,04
10	78	-27,2	739,84
Total	1052		7675,6
Rata - rata	105,2		767,56

Berikut merupakan contoh perhitungan curah hujan harian maksimum dengan metode Gumbel untuk PUH 5.

- Menghitung R

$$R = \frac{\sum Ri}{n}$$

$$= \frac{1052}{10} = 105,2 \text{ mm}$$

- Menghitung Standar Deviasi

$$\sigma_R = \left[\frac{\sum (R_i - R)^2}{n - 1} \right]^{1/2}$$

$$= \left[\frac{7675,6}{10 - 1} \right]^{1/2} = 29,2$$

- Untuk data sebanyak sepuluh (n=10) dari Tabel 3.1 *Standard Deviation and Reduced Mean* dan Tabel 3.2 *Reduced Variated*, diperoleh nilai:

$$\sigma_n = 0,9496$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$Y_t = 1,4999$$

- Menghitung rentang keyakinan:

$$R_T = R + \frac{\sigma_R}{\sigma_n} (Y_t - Y_n)$$

$$R_T = 105,2 + \frac{29,2}{0,9496} (1,4999 - 0,4952) = 136,09$$

Rentang keyakinan untuk R_k dapat dihitung:

$$R_k = \pm t(a) \times Se$$

Untuk $\alpha = 90\%$ maka $t(a)$ adalah 1,64

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{\sigma_n}$$

$$k = \frac{1,4999 - 0,4952}{0,9496} = 1,06$$

$$b = \sqrt{1 + 1,3k + 1,1k^2}$$

$$b = \sqrt{1 + 1,3(1,06) + 1,1(1,06)^2} = 1,77$$

$$Se = \frac{b \times \sigma_R}{\sqrt{\sigma_n}}$$

$$Se = \frac{1,77 \times 29,2}{\sqrt{0,9496}} = 53,03$$

$$R_k = \pm t(a) \times Se$$

$$R_k = \pm 1,64 \times 53,03 = 86,96$$

Dari perhitungan R_k tersebut diperoleh nilai HMM metode gumbel untuk PUH 5 adalah $136,09 \pm 86,96$ mm/24jam. Dalam ruang lingkup Tugas Akhir digunakan PUH 5 dan PUH 10. Hasil perhitungan hujan harian maksimum selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Hasil Perhitungan HMM Metode Gumbel dan Rentang Keyakinan

PUH	Rentang Keyakinan					Rk
	Yt	Rt	k	b	Se	
T						$\pm 1,64 \times Se$
5	1,4999	136,09	1,06	1,77	53,03	86,96
10	2,2502	159,19	1,85	2,72	81,47	133,61

PUH	HMM (mm/24 jam)		
T	$R_t \pm R_k$	$R_t + R_k$	$R_t - R_k$
5	$136,09 \pm 86,96$	223,06	49,13
10	$159,19 \pm 133,61$	292,80	25,58

2. Metode Log Person III

Pada metode ini, analisis curah hujan harian maksimum (HHM) didasarkan pada perubahan data yang ada ke dalam bentuk logartima. Berikut menunjukkan data curah hujan rata-rata dalam bentuk logaritma sebelum penghitungan hujan harian maksimum (HHM) dengan metode Log Person III yang dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan Standar Deviasi Metode Log Person III

Rangking	Data (Ri)	Log Ri (Xi)	Xi-X	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³
1	164	2,21	0,21	0,042689	0,00882
2	134	2,13	0,12	0,014131	0,00168
3	127	2,10	0,10	0,009134	0,000873
4	120	2,08	0,07	0,005034	0,000357
5	90	1,95	-0,05	0,002915	-0,00016
6	90	1,95	-0,05	0,002915	-0,00016
7	85	1,93	-0,08	0,006211	-0,00049
8	84	1,92	-0,08	0,007048	-0,00059
9	80	1,90	-0,11	0,011054	-0,00116
10	78	1,89	-0,12	0,013487	-0,00157
Jumlah	1052	20,08		0,114619	0,007606
(R)	105,2	2,01		0,011462	0,000761

Dari Tabel 5.7 dapat digunakan untuk mencari nilai Standar Deviasi. Berikut ini rangkaian perhitungan analisis HHM metode Log Person III.

$$C_s = \frac{N \cdot \Sigma (Xi - X)^3}{(N - 1)(N - 2)(X_x)}$$

$$C_s = \frac{10 \cdot (0,000761)}{(10-1)(10-2)(0,011462)} = 0,09$$

Untuk nilai K_x dapat dilihat pada Tabel 3.3 mengenai nilai distribusi metode log person III dari nilai Cs yang ada dengan contoh perhitungan pada PUH 5.

$$X_t = X + K_x \cdot X_x$$

$$X_t = 2,01 + 0,836 \times 0,011462 = 2,01781$$

$$R_t = \text{antilog} . X_T \text{ atau } R_T = 10^{X_t}$$

$$R_{10} = \text{antilog } 2,01781 = 104,19 \text{ mm/24 jam}$$

Perhitungan selengkapnya analisis HHM Metode Log Person III dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Hasil Perhitungan Hujan Harian Maksimum Metode Log Person III

CS	PUH	k _x	k _x * $\sum(X_i - \bar{X})^2$	X _t	R _t (mm/24 jam)
0,09	5	0,836	0,096	2,01781	104,19
	10	1,292	0,148	2,02304	105,45

3. Metode Iway Kadoya

Metode ini disebut juga dengan metode distribusi terbatas sepihak (*One Side Finite Distribution*). Prinsipnya adalah dengan merubah variabel (X) dari kurva kemungkinan kerapatan dari curah hujan harian maksimum ke log x atau merubah kurva distribusi yang *asimetris* menjadi kurva distribusi normal. Berikut merupakan perhitungan standar deviasi metode Iway Kadoya yang dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5. 9 Hasil Perhitungan Standar Deviasi Metode Iway Kadoya

Rangking	Xi + b	Log (Xi + b)	Log (Xi + b) ²
1	164	2,21	4,91
2	134	2,13	4,52
3	127	2,10	4,43
4	120	2,08	4,32
5	90	1,95	3,82
6	90	1,95	3,82
7	85	1,93	3,72
8	84	1,92	3,70
9	80	1,90	3,62
10	78	1,89	3,58
Jumlah	1052	20,08	40,44
(R)	105,2	2,01	4,04

Berikut adalah contoh perhitungan hujan harian maksimum dengan metode Iway Kadoya pada PUH 5:

$$\log . x_r = \frac{1}{n} \sum \log(x_i + b)$$

$$\begin{aligned} \text{Log } X_r &= 20,08 / 10 = 2,01 \\ X_r &= 102,33 \\ X_s &= 164 \\ X_t &= 78 \\ X_s.X_t &= 12.792 \\ X_s+X_t &= 242 \\ X_s.X_t - (X_r^2) &= 2.320,571 \\ 2X_r - (X_s+X_t) &= -37,34 \\ bi &= \frac{X_s . X_t - X_r^2}{2X_r - (X_s + X_t)} \\ bi &= \frac{12.792 - 102,33^2}{2(102,33) - 242} = -62,147 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai bi. Berikut ada perhitungan nilai bi selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5. 10 Hasil Perhitungan Nilai bi Metode Iway Kadoya

Xs	Xt	Xs.Xt	Xs + Xt	Xs.Xt - (Xr) ²	2Xr - (Xs + Xt)	bi
164	78	12792	242	2320,571	-37,34	-62,14706
134	80	10720	214	248,571	-9,34	-26,61361
Jumlah						-88,76066

Dari hasil perhitungan diatas pada PUH 5 dan PUH 10 didapatkan:

PUH 5, nilai bi = -62,14

PUH 10, nilai bi = -26,61

Diketahui bahwa nilai bi pada PUH 5 dan 10 bernilai negatif, sehingga nilai bi diganti nol (0) sesuai dengan persyaratan pada metode Iway Kadoya. Berikut adalah perhitungan HHM dengan metode Iway Kadoya dengan nilai bi telah diganti nol (0), kemudian dicari nilai C menggunakan rumus:

$$\frac{1}{c} = \sqrt{\frac{2}{(n-1)} \cdot \sum \left(\log \frac{(x_i+b)}{(x_0+b)} \right)^2} = \left[\left(\frac{2n}{n-1} \right) (x^2 - x_0^2) \right]^{1/2}$$

Maka, didapatkan nilai c sebesar 0,09.

Nilai c digunakan untuk perhitungan Hujan Harian Maksimum seperti pada Tabel 5.11.

Tabel 5. 11 Hasil Perhitungan Hujan Harian Maksimum Metode Iway Kadoya

PUH	$W(x) = 1/PUH$	ξ	$(1/c)x\xi$	$X0 + (1/c)x\xi$	$\text{antilog}(X0 + (1/c)x\xi)$	HHM
5	0,2	0,5951	0,054	2,062	115,289	115,289
10	0,1	0,9062	0,082	2,090	122,967	122,967

Adapun perbandingan hasil perhitungan nilai curah hujan harian maksimum (HHM) dari ketiga metode yang digunakan, yaitu metode Gumbel, Metode Log Person III, dan metode Iway Kadoya dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5. 12 Perbandingan Nilai Hujan Harian Maksimum

PUH	Gumbel				Log Person III	Iway Kadoya	HHM Terpilih	Metode
	Rt	$Rt \pm Rk$	$Rt + Rk$	$Rt - Rk$				
5	136,09	$136,09 \pm 86,96$	223,06	49,13	104,19	115,289	136,09	Gumbel
10	159,19	$159,19 \pm 133,61$	292,80	25,58	105,45	122,967	159,19	Gumbel

Pada Tabel 5.12 diketahui bahwa nilai HHM Log Person III dan Iway Kadoya terletak diantara nilai range $Rt \pm Rk$. Hal ini menunjukkan perbandingan nilai HHM ketiga metode tersebut tidak terlalu jauh. Untuk menentukan nilai HHM yang akan digunakan, dipilih yang memiliki nilai terbesar. Untuk PUH 5 tahun dan PUH 10 tahun dipilih metode Gumbel.

5.2.4 Perhitungan Uji Kecocokan Hujan Harian Maksimum

Sebelum dilakukan perhitungan distribusi intensitas hujan, perlu dilakukan uji kecocokan hujan harian maksimum. Pada perhitungan sebelumnya, telah diketahui nilai hujan harian maksimum yang dipilih pada PUH 5 dan PUH 10 menggunakan Metode Gumbel. Penentuan uji kecocokan hujan harian maksimum pada Tugas Akhir ini menggunakan metode Chi-Kuadrat. Berikut adalah langkah perhitungannya.

- Jumlah sub kelompok:
 $n = 10$
 $G = 1 + 1,322 \ln n$
 $= 1 + 1,322 \ln 10$
 $= 4 \text{ kelompok}$

- Urutkan data pengamatan (dari yang terbesar ke yang terkecil). Berikut adalah data untuk perhitungan chi-kuadrat yang dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5. 13 Data Perhitungan Uji Kecocokan Hujan Harian Maksimum

No	R _{thiessen}	X _R	X _R ²	P
	X _T			
1	164	58,8	3457,44	0,1
2	134	28,8	829,44	0,2
3	127	21,8	475,24	0,3
4	120	14,8	219,04	0,4
5	90	-15,2	231,04	0,5
6	90	-15,2	231,04	0,5
7	85	-20,2	408,04	0,6
8	84	-21,2	449,44	0,7
9	80	-25,2	635,04	0,8
10	78	-27,2	739,84	0,9
Total	1052		7675,6	
Rata - rata	105,2			

Urutkan Interval atau batasan sub kelompok:

Untuk menentukan interval atau batasan setiap sub kelompok digunakan persamaan garis lurus berikut:

$$S = \sqrt{\frac{X_R^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{7675,6}{10}} = 27,70$$

$$X_T = x + K_T S$$

$$X_T = 105,2 + K_T \cdot 27,70$$

Faktor frekuensi untuk distribusi curah hujan harian maksimum (K_T) di dapat dari nilai variabel reduksi gauss pada Tabel 5.4. berikut adalah perhitungan interval sub kelompok:

Untuk P = 0,80, diketahui K_T = -0,84

$$X_T = 105,2 + (-0,84) \times 27,70$$

$$X_T = 81,93 \text{ mm}$$

Untuk $P = 0,50$, diketahui $K_T = 0$

$$X_T = 105,2 + (0) \times 27,70$$

$$X_T = 105,2 \text{ mm}$$

Untuk $P = 0,20$, diketahui $K_T = 0,84$

$$X_T = 105,2 + (0,84) \times 27,70$$

$$X_T = 128,47 \text{ mm}$$

Setelah X_T didapat, maka nilai X_T diposisikan sesuai dengan interval sub kelompok kemudian dilakukan pendataan O_i dan E_i . Hasil uji Chi-Kuadrat pada distribusi curah hujan harian maksimum metode Gumbel yang dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5. 14 Hasil Perhitungan Uji Chi-Kuadrat

No	Interval Kelompok	Jumlah Data (O_i)	E_i	$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
1	$X < 81,93$	2	2,5	0,25	0,1
2	$81,93 < X < 105,2$	4	2,5	2,25	0,9
3	$105,2 < X < 128,47$	2	2,5	0,25	0,1
4	$X > 128,47$	2	2,5	0,25	0,1
Jumlah		10	10	3	1,2

Dari Tabel 5.14, diketahui dari persamaan distribusi didapatkan $X_T = 1,2$ dengan derajat kebebasan:

$$dk = G - (R-1)$$

$$dk = 4 - (3-1) = 2$$

Berdasarkan nilai kritis untuk uji Chi-kuadrat pada Tabel 3.5 diketahui bahwa apabila peluang $>5\%$, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat diterima. Sehingga diketahui $\alpha = 0,05$ dengan $R = 3$, didapatkan $X^2 = 7,815$. Dari hasil perhitungan didapatkan $X^2 > X_T \rightarrow 7,815 > 2,0$. Sehingga curah hujan harian maksimum metode Gumbel dapat diterima.

5.2.5 Perhitungan Distribusi Intensitas Hujan

Setelah melakukan penentuan HHM dengan contoh Gumbel selanjutnya dilakukan analisis intensitas hujan dapat dilakukan dengan 3 metode:

1. Metode Van Breen

Pada metode ini dilakukan pendekatan terhadap besar atau lamanya durasi hujan harian yang terpusat selama 4 jam dengan hujan efektif 90% mengacu pada hujan selama 24 jam. Berikut rumus yang digunakan untuk contoh perhitungan PUH 5 tahun, yaitu:

- PUH 5 tahun

Nilai HHM= 136,09 mm/24 jam

$$I = \frac{90\% \cdot R^{24}}{4}$$

$$I = \frac{90\% \cdot 136,09}{4} = 30,62$$

Nilai I yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5. 15 Hasil Perhitungan Nilai Intensitas Hujan Metode Van Breen

PUH	HHM	I (mm/jam)
5	136,09	30,62
10	159,19	35,82

Untuk mendapatkan intensitas hujan pada masing-masing durasi, maka digunakan Tabel 5.16 mengenai intensitas hujan untuk Kota Jakarta yang digunakan sebagai acuan mengingat keterbatasan data pembandingan untuk daerah pengamatan.

Tabel 5. 16 Intensitas Hujan Kota Jakarta

Durasi	INTENSITAS HUJAN JAKARTA (mm/jam)				
	Periode Ulang Hujan (Tahun)				
(Menit)	2	5	10	25	50
5	126	148	155	180	191
10	114	126	138	156	168
20	102	114	123	135	144
40	76	87	96	105	114

Bersambung

Tabel 5. 17 Lanjutan dari Tabel 5.16

Durasi	INTENSITAS HUJAN JAKARTA (mm/jam)				
	Periode Ulang Hujan (Tahun)				
(Menit)	2	5	10	25	50
60	61	73	81	91	100
120	36	45	51	58	63

Durasi	INTENSITAS HUJAN JAKARTA (mm/jam)				
	Periode Ulang Hujan (Tahun)				
240	21	27	30	35	40

Sumber: BUDP Drainage for Bandung, 1996

Berikut adalah contoh perhitungan PUH 5 tahun untuk durasi 5 menit:

$$I = \frac{148}{27} \times 30,62$$

$$I = 167,85$$

Hasil perhitungan distribusi intensitas hujan dengan metode Van Breen selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5. 18 Hasil Perhitungan Distribusi Intesitas Hujan Metode Van Breen

Durasi	INTENSITAS HUJAN SURABAYA (mm/jam)	
	Periode Ulang Hujan (Tahun)	
(Menit)	5	10
5	167,85	185,06
10	142,90	164,76
20	129,29	146,85
40	98,67	114,62
60	82,79	96,71
120	51,04	60,89
240	30,62	35,82

2. Metode Bell

Perkiraan pola distribusi intensitas hujan ini dilakukan apabila durasi hujan tidak ada, sehingga dalam mencari hubungan intensitas pada setiap durasi digunakan perumusan secara empiris, dimana data curah hujan didasarkan pada rentang durasi per 60 menit. Berikut adalah pola hujan setiap jam menurut Tanimoto yang dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5. 19 Pola Hujan Setiap Jam Menurut Tanimoto di Pulau Jawa

Jam Ke	Hujan (mm)			
	170	230	350	470
1	87	90	96	101
2	28	31	36	42
3	18	20	26	31
4	11	14	20	25
5	8	11	16	22
6	6	9	14	20
7	6	8	13	19
8	4	7	12	18
9	2	5	10	15
10	-	5	10	15
11	-	4	9	14
12	-	4	9	14
13	-	4	9	14
14	-	4	9	14
15	-	3	8	13
16	-	3	8	13
17	-	3	7	13
18	-	3	7	12
19	-	2	7	11
20	-	-	7	11
21	-	-	7	11
22	-	-	6	11
23	-	-	4	10

Sumber: BUDP Drainage Design for bandung, 1996

Dengan mengacu pada Tabel 5.19, maka pola distribusi curah hujan hanya diambil 2 jam pertama untuk curah hujan 170 mm karena menghasilkan curah hujan yang maksimum. Berikut perhitungan distribusi intensitas hujan untuk PUH 10 tahun dengan nilai HHM yang didapatkan dari hasil perhitungan sebelumnya yaitu 159,19 mm/24 jam:

Perhitungan nilai HHM sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jam ke 1 HHM} &= \text{HHM 10 tahun} \times \frac{87}{170} \\ &= 159,19 \times \frac{87}{170} = 81,47 \frac{\text{mm}}{24 \text{ jam}} \end{aligned}$$

$$\text{Jam ke 2 HHM} = \text{HHM 10 tahun} \times \frac{87}{170}$$

$$= 159,19 \times \frac{28}{170} = 26,22 \frac{mm}{24 jam}$$

$$R_{10 tahun}^{60 menit} = \frac{81,47 + 26,22}{2} = 53,84$$

Untuk hasil perhitungan sampai ranking jam ke 4 dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut:

Tabel 5. 20 Pola Distribusi HHM per Jam Menurut Ranking

Jam	HHM (mm/jam) dengan PUH (tahun)	
	5	10
1	69,65	81,47
2	22,42	26,22
3	14,41	16,86
4	8,81	10,30
Rata-rata	28,82	33,71

- Untuk PUH (T) 10 tahun; durasi (t) = 5 menit

$$R_T^r = (0,21 \cdot \ln(T) + 0,52) \cdot ((0,54 \cdot t^{0,25} - 0,50) \cdot R_{10 tahun}^{60 menit})$$

$$R_T^r = (0,21 \cdot \ln(10) + 0,52) \cdot ((0,54 \cdot 5^{0,25} - 0,50) \cdot 53,84 \left(\frac{mm}{24 jam} \right))$$

$$R_T^r = 16,62 mm/24jam$$

$$I_t^t = \frac{60}{5} \cdot R_T^t (mm/jam)$$

$$I_{5 tahun}^{60 menit} = \frac{60}{5} \cdot 16,62 (mm/jam) = 199,38 mm/jam$$

Hasil perhitungan nilai R dengan metode tanimoto dan distribusi intensitas hujan selengkapnya masing-masing dapat dilihat pada Tabel 5.21 dan Tabel 5.22.

Tabel 5. 21 Hasil Perhitungan Nilai Curah Hujan Metode Tanimoto

Perhitungan R Tanimoto		
Durasi (menit)	PUH (tahun)	
	5	10
5	14,21	16,62
10	21,26	24,87
20	29,66	34,69
40	39,64	46,36
60	46,33	54,19
120	59,47	69,56
240	75,09	87,83

Tabel 5. 22 Hasil Perhitungan Distribusi Intensitas Hujan Metode Bell

Intensitas Hujan		
Durasi (menit)	PUH (tahun)	
	5	10
5	170,46	199,38
10	127,58	149,22
20	88,97	104,06
40	59,46	69,54
60	46,33	54,19
120	29,73	34,78
240	18,77	21,96

3. Metode Hasper Weduwen

Di dalam metode ini penurunan rumus didasarkan pada kecenderungan curah hujan harian yang dikelompokkan atas dasar anggapan bahwa hujan memiliki distribusi simetris dengan durasi hujan (t) yang lebih kecil dari 1 jam dan durasi hujan antara

1 jam sampai dengan 24 jam. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Untuk durasi $0 \leq t \leq 1$ jam

$$R_i = X_T \cdot \left(\frac{1218 \cdot t + 54}{X_T(1-t) + 1272 \cdot t} \right)$$

$$R = \left(\frac{R_i}{100} \right) \sqrt{\frac{11300 \cdot t}{t + 3,12}}$$

- Untuk durasi $1 \leq t \leq 24$ jam

$$R_i = X_T \cdot \left(\frac{1218 \cdot t + 54}{X_T(1-t) + 1272 \cdot t} \right)$$

$$R = \left(\frac{Xt}{100} \right) \sqrt{\frac{11300 \cdot t}{t + 3,12}}$$

- $I = \frac{R}{t}$

Berikut adalah contoh perhitungan untuk PUH 5 tahun durasi 5 menit:

- Untuk durasi $0 \leq t < 1$ jam
- Untuk PUH (T) = 5 tahun ; durasi (t) = 5 menit = 0,083 jam
- Nilai HHM terpilih (Xt) = 136,09 mm/24 jam

$$R_i = 126,09 \left(\frac{1218(0,083)+54}{126,09(1-0,083)+1272 \cdot (0,083)} \right) = 91,71 \text{ mm}$$

$$R = \left(\frac{91,71}{0,083} \right) \cdot \sqrt{\frac{11300 \cdot (0,083)}{0,083+3,12}} = 15,72 \text{ mm}$$

$$I = \frac{15,72}{0,083} = 188,69 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan distribusi intensitas hujan menurut metode Hasper Weduwen yang lain dapat dilihat pada Tabel 5.23 hingga Tabel 5.25.

Tabel 5. 23 Hasil Perhitungan Nilai Ri Metode Hasper Weduwen

Durasi		Perhitungan Ri	
		Untuk Periode Ulang Hujan (Tahun)	
(menit)	(jam)	5	10
5	0,083	91,71	98,26
10	0,167	107,48	118,70
20	0,333	121,62	138,13
40	0,667	131,93	153,00
60	1,000	136,09	159,19
120	2,000	140,73	166,21
240	4,000	143,26	170,09

Tabel 5. 24 Hasil Perhitungan R Distribusi Intensitas Hujan Metode Hasper Weduwwen

Durasi		Perhitungan R	
		Untuk Periode Ulang Hujan (Tahun)	
(menit)	(jam)	5	10
5	0,083	15,72	16,85
10	0,167	25,73	28,41
20	0,333	40,17	45,62
40	0,667	58,84	68,24
60	1,000	71,27	83,37
120	2,000	93,50	110,43
240	4,000	114,14	135,52

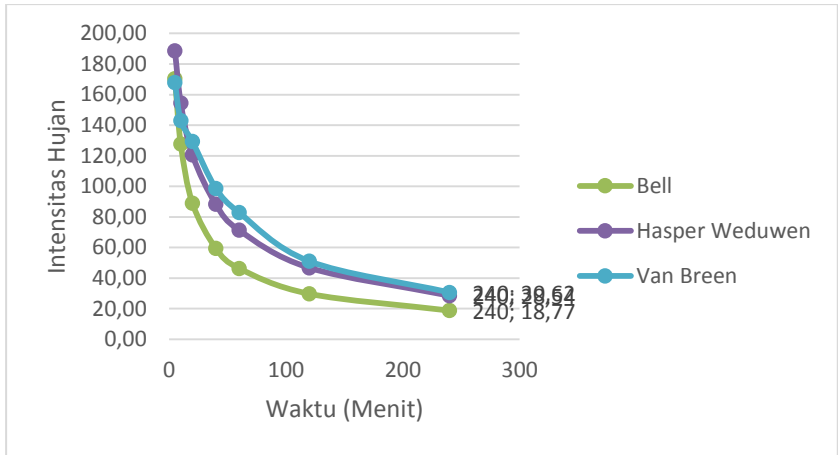
Tabel 5. 25 Hasil Perhitungan Distribusi Intensitas Hujan Metode Hasper Weduwen

Durasi		Perhitungan Intensitas	
		Untuk Periode Ulang Hujan (Tahun)	
(menit)	(jam)	5	10
5	0,083	188,69	202,16
10	0,167	154,37	170,49
20	0,333	120,50	136,86
40	0,667	88,26	102,36
60	1,000	71,27	83,37
120	2,000	46,75	55,21
240	4,000	28,54	33,88

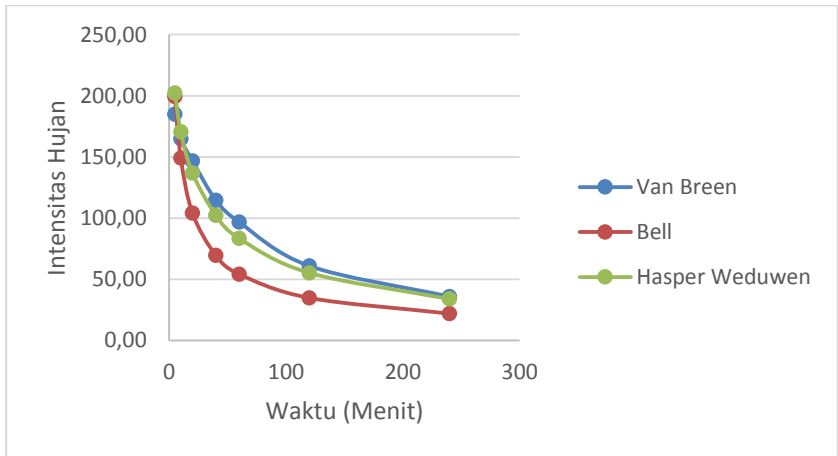
Berikut adalah hasil dan grafik perbandingan perhitungan nilai distribusi intensitas hujan dari ketiga metode yang digunakan, yaitu metode Van Breen, Bell, dan Hasper Weduwen masing-masing dapat dilihat pada tabel 5.26 dan Gambar 5.5 dan 5.6.

Tabel 5. 26 Perbandingan Nilai Distribusi Intensitas Hujan

Durasi		Metode Perhitungan Intensitas Hujan					
		Van Breen		Bell		Hasper Weduwen	
(menit)	(jam)	5	10	5	10	5	10
5	0,083	167,85	185,06	170,46	199,38	188,69	202,16
10	0,167	142,90	164,76	127,58	149,22	154,37	170,49
20	0,333	129,29	146,85	88,97	104,06	120,50	136,86
40	0,667	98,67	114,62	59,46	69,54	88,26	102,36
60	1,000	82,79	96,71	46,33	54,19	71,27	83,37
120	2,000	51,04	60,89	29,73	34,78	46,75	55,21
240	4,000	30,62	35,82	18,77	21,96	28,54	33,88



Gambar 5. 4 Perbandingan Nilai Distribusi Intensitas Hujan Untuk PUH 5



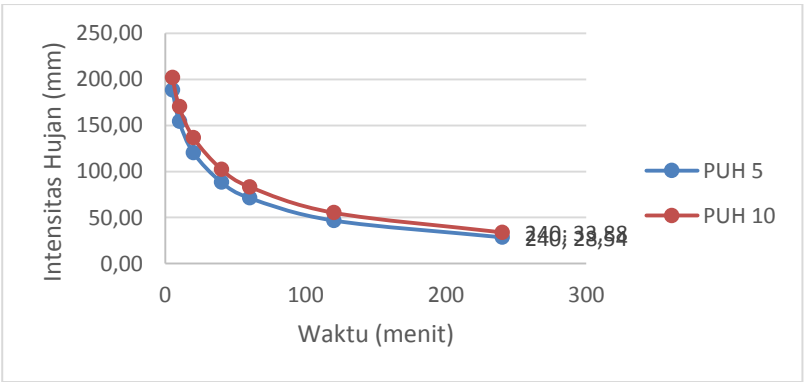
Gambar 5. 5 Perbandingan Nilai Distribusi Intensitas Hujan Untuk PUH 10

Berdasarkan Tabel 5.26, maka nilai distribusi intensitas hujan yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya adalah nilai distribusi intensitas hujan yang memiliki nilai terbesar untuk setiap

PUH dan waktu yaitu Metode Hasper Weduwen. Pemilihan tersebut didasarkan pada metode yang memiliki rata-rata intensitas hujan yang lebih besar untuk semua durasi dibandingkan dengan metode yang lain. Nilai distribusi dan grafik intensitas hujan yang dipilih masing-masing dapat dilihat pada Tabel 5.27 dan Gambar 5.6.

Tabel 5. 27 Nilai Distribusi Hujan Terpilih

Durasi		Perhitungan Intensitas	
		Untuk Periode Ulang Hujan (Tahun)	
(menit)	(jam)	5	10
5	0,083	188,69	202,16
10	0,167	154,37	170,49
20	0,333	120,50	136,86
40	0,667	88,26	102,36
60	1,000	71,27	83,37
120	2,000	46,75	55,21
240	4,000	28,54	33,88



Gambar 5. 6 Nilai Distribusi Intensitas Hujan Metode Hasper Weduwen

5.2.6 Perhitungan Lengkung Intensitas Hujan

Dalam perhitungan ini, untuk memilih rumus digunakan 3 metode yaitu metode Talbot, metode Ishiguro, dan metode Sherman. Dari metode ini dapat diketahui bahwa ketiga metode yang dipakai akan dapat menghasilkan selisih terkecil terhadap intensitas data yang dipakai pada perencanaan. Pada perencanaan ini dipakai periode ulang hujan (PUH) 5 dan 10 tahun. Data tersebut kemudian diolah, selanjutnya ditentukan rumus intensitas hujan untuk masing-masing metode (Talbot, Ishiguro, dan Sherman) kemudian ditentukan selisih I. Berikut perhitungan pemilihan rumus intensitas hujan:

1. Metode talbot

Pada metode ini untuk menghitung intensitas hujan terlebih dahulu dilakukan perhitungan terhadap nilai konstanta tersebut tergantung pada lamanya curah hujan yang terjadi di daerah aliran. Setelah kedua nilai konstanta tersebut diperoleh, maka nilai intensitas hujan dapat dihitung. Berikut merupakan perhitungan metode Talbot. Adapun rumus dan perhitungan untuk konstanta “a” dan “b” pada contoh perhitungan PUH 5 tahun sebagai berikut:

$$I = \frac{a}{tc + b}$$
$$a = \frac{(\sum I \cdot t)(\sum I^2) - (\sum I^2 \cdot t)(\sum I)}{N(\sum I^2) - (\sum I)^2}$$
$$a = \frac{(25162,88)(\sum 89827,51) - (\sum 1780882,50)(698,39)}{7(89827,51) - (698,39)^2}$$
$$a = 7207,69$$
$$b = \frac{(\sum I)(\sum I \cdot t) - N(\sum I^2 \cdot t)}{N(\sum I^2) - (\sum I)^2}$$
$$b = \frac{(698,39)(25162,88) - 7(1780882,50)}{7(89827,51) - (698,39)^2}$$
$$b = 36,21$$
$$I = \frac{a}{tc + b} = \frac{7270,69}{tc + 36,21}$$

2. Metode Sherman

Pada metode ini untuk menghitung intensitas hujan terlebih dahulu dilakukan perhitungan terhadap nilai konstanta “a” dan “n”. Kedua nilai konstanta tersebut diperoleh dari hasil logaritmanya, yang kemudian diperoleh nilai antilognya. Setelah kedua nilai konstanta tersebut diperoleh, maka nilai intensitas hujan dapat dihitung. Berikut merupakan perhitungan nilai intensitas hujan metode Sherman. Adapun rumus dan perhitungan untuk konstanta “a” dan “b” adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{a}{t^n}$$

$$\log a = \frac{(\sum \log I)(\sum \log^2 t) - (\sum \log t \cdot \log I)(\sum \log t)}{N(\sum \log^2 t) - (\sum \log t)^2}$$

$$\log a = 2,53$$

$$a = \text{antilog}(2,53) = 336,98$$

$$n = \frac{(\sum \log I)(\sum \log t) - N(\sum \log t \cdot \log I)}{N(\sum \log^2 t) - (\sum \log t)^2}$$

$$n = \frac{(13,47)(10,84) - 7(19,83)}{7(19,41) - (10,84)^2}$$

$$n = 0,39$$

$$I = \frac{336,98}{t^{0,39}}$$

3. Metode Ishiguro

Pada metode ini untuk menghitung intensitas hujan terlebih dahulu dilakukan perhitungan terhadap nilai konstanta “a” dan “b”. Setelah kedua nilai konstanta tersebut diperoleh, maka nilai intensitas hujan dapat dihitung. Berikut merupakan perhitungan nilai intensitas hujan metode Ishiguro. Adapun rumus dan hasil perhitungan konstanta “a” dan “b” adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{a}{\sqrt{t} + b}$$

$$a = \frac{(\sum I \cdot \sqrt{t})(\sum I^2) - (\sum I^2 \cdot \sqrt{t})(\sum I)}{N(\sum I^2) - (\sum I)^2}$$

$$a = \frac{(3513,53)(89827,51) - (345094,52)(698,39)}{7(89827,51) - (698,39)^2}$$

$$a = 528,93$$

$$b = \frac{(\sum I)(\sum I \cdot \sqrt{t}) - N(\sum I^2 \cdot \sqrt{t})}{N(\sum I^2) - (\sum I)^2}$$

$$b = \frac{(698,39)(3513,53) - 7(345094,52)}{7(89827,51) - (698,39)^2}$$

$$b = 0,27$$

$$I = \frac{528,93}{\sqrt{t} + 0,27}$$

Berikut adalah hasil perhitungan konstanta a dan b atau n dari ketiga metode untuk PUH 5 dan PUH 10 yang dapat dilihat pada Tabel 5.28.

Tabel 5. 28 Hasil Perhitungan Konstanta a dan b atau n Perbandingan Metode Lengkung Intensitas Hujan

Metode	PUH	a	b atau n
Talbot	5	7207,69	36,21
	10	8870,06	41,80
Sherman	5	336,98	0,39
	10	490,21	0,46
Ishiguro	5	528,93	0,27
	10	638,98	0,57

Berikut ini Tabel 5.29 dan Tabel 5.30 merupakan hasil perhitungan lengkung intensitas hujan selengkapnya untuk PUH 5 dan PUH 10.

Tabel 5. 29 Hasil Perhitungan Lengkung Intensitas Hujan PUH 5 Tahun

Perhitungan lengkung Intensitas Hujan PUH 5 tahun												
t (menit)	I (mm/jam)	I x t	I ²	I ² x t	Log I	Log t	Log I x Log t	log ² I	log ² t	t ^{0,5}	I x t ^{0,5}	I ² x t ^{0,5}
5	188,69	943,46	35604,36	178021,78	2,28	0,70	1,59	5,18	1,00	2,24	421,93	79613,76
10	154,37	1543,75	23831,61	238316,06	2,19	1,00	2,19	4,79	1,00	3,16	488,18	75362,15
20	120,50	2410,07	14521,07	290421,41	2,08	1,30	2,71	4,33	1,69	4,47	538,91	64940,20
40	88,26	3530,57	7790,60	311623,87	1,95	1,60	3,12	3,79	2,57	6,32	558,23	49272,06
60	71,27	4276,43	5079,97	304798,23	1,85	1,78	3,29	3,43	3,16	7,75	552,09	39349,28
120	46,75	5610,10	2185,64	262276,54	1,67	2,08	3,47	2,79	4,32	10,95	512,13	23942,46
240	28,54	6848,50	814,27	195424,62	1,46	2,38	3,46	2,12	5,67	15,49	442,07	12614,61
Jumlah	698,39	25162,88	89827,51	1780882,50	13,47	10,84	19,83	26,43	19,41	50,39	3513,53	345094,52

Tabel 5. 30 Hasil Perhitungan Lengkung Intensitas Hujan PUH 10 Tahun

Perhitungan lengkung Intensitas Hujan PUH 10 tahun												
t (menit)	I (mm/jam)	I x t	I ²	I ² x t	Log I	Log t	Log I x Log t	log ² I	log ² t	t ^{0,5}	I x t ^{0,5}	I ² x t ^{0,5}
5	202,16	1010,82	40870,63	204353,16	2,31	0,70	1,61	5,32	0,49	2,24	452,05	91389,51
10	170,49	1704,90	29066,71	290667,11	2,23	1,00	2,23	4,98	1,00	3,16	539,14	91917,01
20	136,86	2737,19	18730,58	374611,60	2,14	1,30	2,78	4,56	1,69	4,47	612,06	83765,70
40	102,36	4094,45	10477,84	419113,64	2,01	1,60	3,22	4,04	2,57	6,32	647,39	66267,69
60	83,37	5002,18	6950,49	417029,39	1,92	1,78	3,42	3,69	3,16	7,75	645,78	53838,26
120	55,21	6625,72	3048,62	365834,97	1,74	2,08	3,62	3,03	4,32	10,95	604,84	33396,01
240	33,88	8131,13	1147,83	275480,02	1,53	2,38	3,64	2,34	5,67	15,49	524,86	17782,16
Jumlah	784,34	29306,39	110293	2347089,89	13,88	10,84	21	27,97	18,90	50,39	4026,12	438356,34

Berikut adalah perbandingan rumus lengkung intensitas hujan dari ketiga metode untuk PUH 5 dan PUH 10 yang dapat dilihat pada Tabel 5.31.

Tabel 5. 31 Perbandingan Rumus Lengkung Intensitas Lengkung PUH 5 dan PUH 10

Metode	Intensitas	PUH	
		5	10
TALBOT	$\frac{a}{t+b}$	$\frac{7207,69}{t+36,21}$	$\frac{8870,06}{t+41,80}$
SHERMAN	$\frac{a}{t^n}$	$\frac{336,98}{t^{0,39}}$	$\frac{490,21}{t^{0,46}}$
ISHIGURO	$\frac{a}{\sqrt{t}+b}$	$\frac{528,93}{\sqrt{t}+0,27}$	$\frac{638,98}{\sqrt{t}+0,57}$

Setelah didapatkan semua rumus intensitas, dilakukan perbandingan diantara ketiga metode melalui selisih intensitas hujan. Berikut adalah perhitungan selisih intensitas hujan dari ketiga metode untuk PUH 5 dan PUH 10 yang dapat dilihat pada Tabel 5.32 dan Tabel 5.33.

Tabel 5. 32 Perbandingan Nilai Lengkung Intensitas Hujan PUH 5 Tahun

PUH 5 tahun							
Durasi (menit)	I (mm/jam)	I Talbot	I - I Talbot	I Ishiguro	I - I Ishiguro	I Sherman	I - I Sherman
5	188,69	174,89	13,80	211,01	22,32	179,98	8,71
10	154,37	155,97	1,59	154,08	0,30	137,38	17,00
20	120,50	128,22	7,72	111,52	8,98	104,86	15,64
40	88,26	94,57	6,31	80,20	8,06	80,04	8,22
60	71,27	74,91	3,64	65,98	5,29	68,34	2,93
120	46,75	46,14	0,61	47,12	0,37	52,17	5,41
240	28,54	26,09	2,44	33,56	5,02	39,82	11,28
Rata-rata			5,16		7,19		9,89

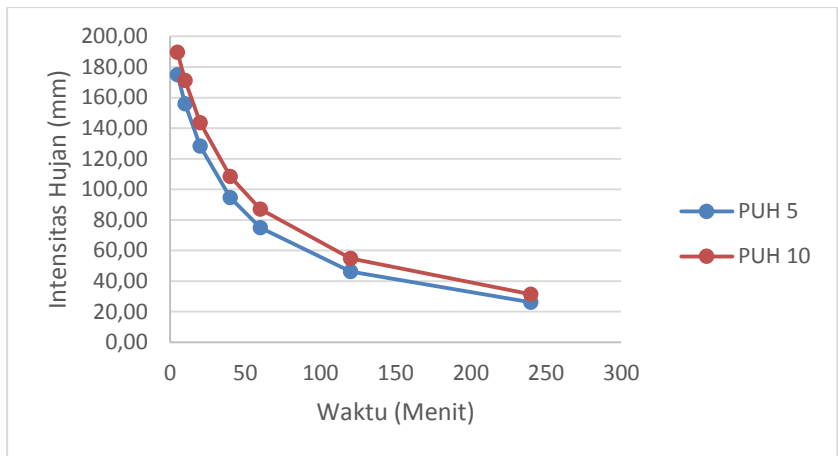
Tabel 5. 33 Perbandingan Nilai Lengkung Intensitas Hujan PUH 10 Tahun

PUH 10 tahun							
Durasi (menit)	I (mm/jam)	I Talbot	I - I Talbot	I Ishiguro	I - I Ishiguro	I Sherman	I - I Sherman
5	202,16	189,54	12,63	227,75	25,58	234,86	32,70
10	170,49	171,24	0,75	171,22	0,73	171,07	0,58
20	136,86	143,53	6,67	126,74	10,12	124,61	12,25
40	102,36	108,44	6,08	92,68	9,68	90,77	11,60
60	83,37	87,13	3,76	76,84	6,53	75,41	7,96
120	55,21	54,82	0,39	55,45	0,23	54,93	0,29
240	33,88	31,48	2,40	39,78	5,90	40,01	6,13
Rata-rata			4,67		8,40		10,22

Dari Tabel 5.32 dan Tabel 5.33 diketahui bahwa nilai delta intensitas terkecil untuk masing-masing PUH 5 dan PUH 10 adalah intensitas lengkung Talbot. Berikut adalah nilai dan grafik lengkung intensitas hujan terpilih yang masing-masing dapat dilihat pada Tabel 5.34 dan Gambar 5.7.

Tabel 5. 34 Nilai Lengkung Intensitas Hujan Terpilih

Durasi (menit)	Nilai Lengkung Intensitas Hujan (Metode Talbot)	
	PUH	
	5	10
5	174,89	189,54
10	155,97	171,24
20	128,22	143,53
40	94,57	108,44
60	74,91	87,13
120	46,14	54,82
240	26,09	31,48
Rata-rata		



Gambar 5. 7 Nilai Lengkung Intensitas Hujan Metode Talbot

5.3 Perhitungan Debit Limpasan Hujan

penentuan besarnya debit limpasan hujan tergantung pada besarnya intensitas hujan yang terjadi, luas area dan fungsi tata guna lahan yang memberikan pengaruh pada nilai koefisien pengaliran air hujan (*run off*) yang ditunjukkan dengan nilai C. Besarnya nilai C dapat diambil dari pola pengaliran terhadap bentuk-bentuk peruntukkan lahan, sedangkan untuk tiap beban yang lebih dari satu saluran dilakukan perhitungan koefisien pengaliran gabungan (C_r gabungan). penentuan arah aliran permukaan direncanakan sesuai dengan keadaan topografi.

5.3.1 Perhitungan Luas Daerah Pelayanan

Dalam menentukan luas daerah pelayanan atau *catchment area* di saluran wilayah Kampus dan perumahan ITS dilakukan dengan peta topografi wilayah studi, peta sistem drainase wilayah studi, dan peta *catchment area* eksisting wilayah studi. Berdasarkan elevasi permukaan tanah, dilakukan pembagian blok untuk setiap segmen di saluran primer

Tabel 5. 35 Luas Daerah Pelayanan Saluran Primer ITS

Saluran Primer	A. total (m ²)	A. total (km ²)
A-B	40143,0146	0,0401
C-D	23075,1120	0,0231
E-F	63472,1858	0,0635
G-H	24438,9927	0,0244
D-I	8391,1846	0,0084
J-E	19721,8535	0,0197
K-J	19143,2589	0,0191
I-L	14478,2152	0,0145
L-M	6418,4947	0,0064
M-N	10050,7110	0,0101
O-P	18187,5432	0,0182
P-A	14004,7375	0,0140
O-Q	117311,1251	0,1173
R-C	14660,0159	0,0147
S-R	17683,4881	0,0177

5.3.2 Perhitungan Koefisien Aliran (C)

Koefisien aliran rata-rata adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan besarnya air aliran terhadap besarnya curah hujan. permeabilitas dan kemampuan tanah dalam menampung tanah dalam menampung air menentukan besaran nilai C. Besarnya nilai koefisien aliran yang digunakan berdasarkan fungsi lahan pada daerah studi. Tata guna lahan pada daerah studi terdapat 3 jenis fungsi lahan yaitu: gedung, RTH, jalan, kolam. Pada setiap jenis fungsi lahan yang ada dikelompokkan menjadi beberapa tipe dengan memperhatikan kondisi eksisting yang ada.

1. Gedung

Gedung terdapat pada wilayah studi, berikut adalah gambaran lahan untuk wilayah kampus yang dapat dilihat pada Gambar 5.8



Gambar 5. 8 Gedung Kampus ITS

Berdasarkan Tabel 3.10 hingga Tabel 3.14, nilai C untuk wilayah gedung adalah 0,5.

2. RTH

RTH pada wilayah studi menyebar di seluruh wilayah, berikut adalah gambaran lahan untuk RTH pada wilayah studi dapat dilihat pada Gambar 5.9.



Gambar 5. 9 Wilayah RTH ITS

Berdasarkan Tabel 3.10 hingga Tabel 3.14, nilai C untuk RTH adalah 0,25.

3. Jalan

Jalan terdapat pada wilayah studi, berikut adalah gambaran lahan untuk wilayah kampus yang dapat dilihat pada Gambar 5.10



Gambar 5. 10 Jalan ITS

berdasarkan Tabel 3.10 hingga Tabel 3.14, nilai C untuk jalan adalah 0,7.

4. Kolam

Kolam secara alami terdapat merata pada wilayah studi. Namun, berdasarkan Tabel 3.10 hingga Tabel 3.14, nilai C untuk kolam adalah 0, karena tidak ada nilai kolam pada Tabel C, selain itu kolam di area ITS tidak memiliki perkerasan sehingga tingkat permeabilitas tanah 100% air dapat terus meresap ke dalam tanah.

Berikut adalah contoh perhitungan nilai koefisien aliran rata-rata pada saluran primer A-B.

Luas Das = $0,0401 \text{ km}^2$

- Gedung
Fungsi lahan = $0,0084 \text{ km}^2 \times 0,5$
- RTH
Fungsi lahan = $0,0238 \times 0,25$
- Jalan Berpaving
Fungsi lahan = $0,0067 \times 0,7$
- Kolam
Fungsi lahan = $0,0013 \times 0$

Sehingga didapatkan,

$$C_{Rata-rata} = \frac{(C1xA1) + (C2xA2) + (C3xA3) + \dots (CnxA_n)}{A1 + A2 + A3 + \dots A_n}$$

$$C_{Rata-rata} = \frac{(0,5 \times 0,0084) + (0,25 \times 0,0238) + (0,7 \times 0,0067) + (0 \times 0,0013)}{0,0401}$$

$$C_{Rata-rata} = 0,5$$

Berikut adalah nilai koefisien aliran rata-rata pada segmen saluran selengkapnya dan tata guna lahan wilayah studi yang masing-masing dapat dilihat pada Tabel 5.36 hingga Tabel 5.42.

Tabel 5. 36 Hasil Perhitungan Nilai Koefisien Pengaliran Saluran Primer

kode Primer	A. total (m ²)	A. total (km ²)	Luas				presentase luas				A total (%)	C. gab
			Gedung (km ²)	RTH (km ²)	Kolam (km ²)	Paving (km ²)	Gedung (%)	RTH (%)	Kolam (%)	Paving (%)		
A-B	40143,0146	0,0401	0,0084	0,0238	0,0013	0,0067	21%	59%	3%	17%	100%	0,50
C-D	23075,1120	0,0231	0,0151	0,0012	0,0008	0,0060	65%	5%	3%	26%	100%	0,52
E-F	63472,1858	0,0635	0,0317	0,0089	0,0027	0,0201	50%	14%	4%	32%	100%	0,51
G-H	24438,9927	0,0244	0,0072	0,0062	0,0008	0,0102	29%	26%	3%	42%	100%	0,50
D-I	8391,1846	0,0084	0,0030	0,0010	0,0005	0,0038	35%	12%	6%	46%	100%	0,53
J-E	19721,8535	0,0197	0,0055	0,0074	0,0009	0,0060	28%	37%	4%	30%	100%	0,45
K-J	19143,2589	0,0191	0,0000	0,0034	0,0044	0,0113	0%	18%	23%	59%	100%	0,46
I-L	14478,2152	0,0145	0,0043	0,0049	0,0003	0,0050	29%	34%	2%	35%	100%	0,47
L-M	6418,4947	0,0064	0,0018	0,0015	0,0000	0,0030	29%	24%	0%	47%	100%	0,54
M-N	10050,7110	0,0101	0,0028	0,0027	0,0000	0,0045	28%	27%	0%	45%	100%	0,52
O-P	18187,5432	0,0182	0,0000	0,0179	0,0002	0,0001	0%	98%	1%	1%	100%	0,25
P-A	14004,7375	0,0140	0,0013	0,0096	0,0004	0,0027	9%	68%	3%	19%	100%	0,35
O-Q	117311,1251	0,1173	0,0000	0,1029	0,0111	0,0033	0%	88%	9%	3%	100%	0,24
R-C	14660,0159	0,0147	0,0064	0,0044	0,0006	0,0033	44%	30%	4%	23%	100%	0,45
S-R	17683,4881	0,0177	0,0005	0,0161	0,0006	0,0005	4%	109%	4%	4%	121%	0,26

Tabel 5. 37 Hasil perhitungan Nilai Koefisien Pangliran Saluran Sekunder

Kode Sekunder	A. total (m ²)	A. total (km ²)	Luas				presentase luas				A total (%)	C. gab
			Gedung (km ²)	RTH (km ²)	Kolam (km ²)	Paving (km ²)	Gedung (%)	RTH (%)	Kolam (%)	Paving (%)		
II1-IIA	11723,812	0,0117	0,0031	0,0014	0,0010	0,0063	26%	12%	8%	54%	100%	0,54
II2-II1	10999,357	0,0110	0,0043	0,0012	0,0004	0,0050	39%	11%	4%	46%	100%	0,54
II3-II2	15788,590	0,0158	0,0018	0,0098	0,0005	0,0036	11%	62%	3%	23%	100%	0,37
II4-II5	7275,158	0,0073	0,0033	0,0007	0,0005	0,0028	45%	9%	7%	39%	100%	0,52

Bersambung

Tabel 5. 38 Lanjutan dari Tabel 5.37

Saluran Sekunder	A. total (m ²)	A. total (km ²)	Luas				presentase luas				A total (%)	C. gab
			Gedung (km ²)	RTH (km ²)	Kolam (km ²)	Paving (km ²)	Gedung (%)	RTH (%)	Kolam (%)	Paving (%)		
II6-II7	5083,221	0,0051	0,0025	0,0003	0,0006	0,0018	49%	5%	12%	34%	100%	0,50
II8-II9	9457,828	0,0095	0,0036	0,0023	0,0004	0,0032	38%	25%	4%	34%	100%	0,49
II10-II11	10145,019	0,0101	0,0023	0,0027	0,0006	0,0046	22%	26%	6%	45%	100%	0,50
II12-II8	11165,676	0,0112	0,0026	0,0031	0,0003	0,0053	23%	27%	3%	47%	100%	0,51
II13-II14	10498,707	0,0105	0,0039	0,0021	0,0010	0,0036	37%	20%	9%	34%	100%	0,47
II15-II16	18094,649	0,0181	0,0046	0,0033	0,0010	0,0092	25%	18%	6%	51%	100%	0,53
II17-II18	21238,363	0,0212	0,0025	0,0113	0,0024	0,0050	12%	53%	11%	24%	100%	0,36
II18-II19	16483,897	0,0165	0,0020	0,0078	0,0027	0,0040	12%	47%	16%	24%	100%	0,35
II20-II21	14788,182	0,0148	0,0045	0,0022	0,0010	0,0071	31%	15%	7%	48%	100%	0,52
II22-II23	3466,990	0,0035	0,0008	0,0003	0,0009	0,0015	22%	9%	25%	44%	100%	0,44
II24-P	35818,638	0,0358	0,0037	0,0271	0,0010	0,0041	10%	76%	3%	11%	100%	0,32
II25-II26	12724,965	0,0127	0,0048	0,0027	0,0007	0,0045	38%	21%	5%	36%	100%	0,49
II27-II26	12376,284	0,0124	0,0048	0,0025	0,0010	0,0041	39%	20%	8%	33%	100%	0,48
II24-II28	18137,454	0,0181	0,0067	0,0050	0,0013	0,0052	37%	27%	7%	28%	100%	0,45
II29-II3	9444,728	0,0094	0,0030	0,0039	0,0003	0,0023	31%	41%	3%	24%	100%	0,43
II30-II31	9804,179	0,0098	0,0000	0,0050	0,0000	0,0048	0%	51%	0%	49%	100%	0,47
II32-II33	8712,807	0,0087	0,0018	0,0017	0,0011	0,0041	21%	20%	13%	47%	100%	0,48
II34-II35	3631,205	0,0036	0,0012	0,0001	0,0000	0,0023	33%	3%	0%	64%	100%	0,62
II33-II36	24600,824	0,0246	0,0057	0,0108	0,0047	0,0034	23%	44%	19%	14%	100%	0,32
II37-P	2455,193	0,0025	0,0006	0,0006	0,0000	0,0012	26%	24%	0%	50%	100%	0,54
II38-II39	4856,160	0,0049	0,0002	0,0023	0,0004	0,0020	4%	46%	8%	42%	100%	0,43
II16-II40	5969,316	0,0060	0,0016	0,0031	0,0001	0,0013	26%	51%	1%	22%	100%	0,41
II42-II41	4164,855	0,0042	0,0001	0,0013	0,0001	0,0028	2%	30%	1%	66%	100%	0,55
II43-II44	3140,511	0,0031	0,0016	0,0002	0,0001	0,0013	52%	6%	2%	41%	100%	0,56

Bersambung

Tabel 5. 39 Lanjutan dari Tabel 5.38

Saluran Sekunder	A. total (m ²)	A. total (km ²)	Luas				presentase luas				A total (%)	C. gab
			Gedung (km ²)	RTH (km ²)	Kolam (km ²)	Paving (km ²)	Gedung (%)	RTH (%)	Kolam (%)	Paving (%)		
II13-II17	6773,784	0,0068	0,0016	0,0033	0,0004	0,0015	24%	49%	6%	22%	100%	0,39
II35-II37	7958,440	0,0080	0,0003	0,0033	0,0003	0,0040	4%	41%	4%	51%	100%	0,48
II10-II39	3139,143	0,0031	0,0001	0,0021	0,0001	0,0008	4%	67%	3%	25%	100%	0,37
II45-II46	4894,837	0,0049	0,0000	0,0041	0,0001	0,0008	0%	83%	1%	16%	100%	0,32
II46-II47	4375,362	0,0044	0,0003	0,0034	0,0001	0,0006	7%	78%	1%	13%	100%	0,33
II48-II49	3602,379	0,0036	0,0006	0,0027	0,0000	0,0004	15%	75%	0%	10%	100%	0,33
II-50-R	9813,201	0,0098	0,0000	0,0053	0,0000	0,0045	0%	54%	0%	45%	100%	0,45
II14-II51	10186,099	0,0102	0,0019	0,0051	0,0000	0,0032	18%	50%	0%	31%	100%	0,44
II51-II45	5137,881	0,0051	0,0002	0,0046	0,0000	0,0003	4%	89%	1%	6%	100%	0,28
II39-II51	2936,819	0,0029	0,0000	0,0025	0,0000	0,0004	0%	85%	1%	14%	100%	0,31
II52-II20	9414,696	0,0094	0,0000	0,0031	0,0004	0,0059	0%	33%	5%	63%	100%	0,52
II53-II54	8983,865	0,0090	0,0009	0,0059	0,0000	0,0021	10%	66%	0%	24%	100%	0,38
II54-II55	14852,277	0,0149	0,0032	0,0072	0,0000	0,0045	21%	49%	0%	30%	100%	0,44
II56-II17	4097,222	0,0041	0,0008	0,0015	0,0000	0,0018	19%	38%	0%	44%	100%	0,49
II57-II19	11236,762	0,0112	0,0010	0,0060	0,0000	0,0042	9%	53%	0%	37%	100%	0,44

Tabel 5. 40 Hasil perhitungan Nilai Koefisien Pangliran Saluran Tersier

Kode Tersier	A. total (m ²)	A. total (km ²)	Luas				presentase luas				A total (%)	C. gab
			Gedung (km ²)	RTH (km ²)	Kolam (km ²)	Paving (km ²)	Gedung (%)	RTH (%)	Kolam (%)	Paving (%)		
3.1-3.2	5472,8503	0,0055	0,0021	0,0017	0,0005	0,0011	39%	31%	9%	21%	100%	0,42
3.3-3.4	5397,0703	0,0054	0,0024	0,0013	0,0006	0,0011	44%	24%	11%	21%	100%	0,43
3.5-3.6	3460,2181	0,0035	0,0016	0,0002	0,0005	0,0011	47%	6%	14%	33%	100%	0,48
3.7-3.8	3106,5382	0,0031	0,0021	0,0005	0,0001	0,0004	69%	17%	3%	11%	100%	0,46
3.9-3.10	2400,2833	0,0024	0,0009	0,0004	0,0002	0,0009	39%	15%	8%	38%	100%	0,50

Bersambung

Tabel 5. 41 Lanjutan dari Tabel 5.40

Saluran Tersier	A. total (m ²)	A. total (km ²)	Luas				presentase luas				A total (%)	C. gab
			Gedung (km ²)	RTH (km ²)	Kolam (km ²)	Paving (km ²)	Gedung (%)	RTH (%)	Kolam (%)	Paving (%)		
3.11-3.12	2494,9451	0,0025	0,0012	0,0002	0,0002	0,0009	47%	7%	8%	38%	100%	0,52
3.13-3.14	2659,1229	0,0027	0,0015	0,0002	0,0001	0,0009	57%	6%	4%	34%	100%	0,53
3.15-3.16	2550,3294	0,0026	0,0016	0,0001	0,0002	0,0007	61%	4%	7%	29%	100%	0,51
3.17-3.18	2550,3294	0,0026	0,0016	0,0001	0,0002	0,0006	64%	3%	9%	24%	100%	0,49
3.19-3.20	7969,1738	0,0080	0,0035	0,0003	0,0002	0,0040	43%	4%	3%	50%	100%	0,58
3.21-3.22	2545,0876	0,0025	0,0013	0,0002	0,0002	0,0009	52%	8%	7%	33%	100%	0,51
3.23-3.24	3738,2557	0,0037	0,0021	0,0002	0,0004	0,0010	57%	5%	11%	27%	100%	0,49
3.25-3.26	2440,9207	0,0024	0,0012	0,0004	0,0003	0,0005	50%	18%	12%	21%	100%	0,44
3.27-3.28	5059,5234	0,0051	0,0032	0,0004	0,0000	0,0015	63%	7%	0%	30%	100%	0,54
3.29-3.30	4325,2414	0,0043	0,0036	0,0003	0,0000	0,0005	83%	6%	0%	12%	100%	0,51
3.31-3.32	5291,8258	0,0053	0,0019	0,0008	0,0000	0,0025	36%	16%	1%	47%	100%	0,55
3.33-3.34	4957,5918	0,0050	0,0022	0,0007	0,0000	0,0020	44%	15%	1%	40%	100%	0,54
3.35-3.36	7721,0811	0,0077	0,0050	0,0001	0,0000	0,0025	65%	2%	1%	32%	100%	0,56
3.37-3.38	8606,4607	0,0086	0,0043	0,0007	0,0001	0,0035	50%	8%	2%	41%	100%	0,55
3.39-3.40	3278,3375	0,0033	0,0011	0,0005	0,0001	0,0015	34%	16%	4%	46%	100%	0,53
3.41-3.42	3286,2547	0,0033	0,0016	0,0004	0,0001	0,0012	48%	11%	4%	37%	100%	0,52
3.43-3.44	5016,1549	0,0050	0,0030	0,0004	0,0001	0,0015	60%	7%	3%	30%	100%	0,53
3.45-3.46	3381,2432	0,0034	0,0021	0,0002	0,0000	0,0010	63%	6%	1%	30%	100%	0,54
3.47-3.48	7500,1941	0,0075	0,0042	0,0010	0,0001	0,0022	56%	13%	2%	29%	100%	0,52
3.49-3.50	9471,3928	0,0095	0,0046	0,0012	0,0000	0,0036	49%	13%	0%	38%	100%	0,54
3.51-M	5076,9270	0,0051	0,0019	0,0015	0,0001	0,0015	38%	30%	3%	30%	100%	0,47
3.52-3.53	1614,7460	0,0016	0,0008	0,0004	0,0000	0,0004	49%	23%	2%	25%	100%	0,48
3.54-II42	5579,2844	0,0056	0,0029	0,0012	0,0000	0,0015	52%	22%	0%	27%	100%	0,50
3.55-II43	4562,9727	0,0046	0,0030	0,0006	0,0000	0,0010	65%	13%	0%	22%	100%	0,51
3.54-3.56	4204,7200	0,0042	0,0019	0,0008	0,0000	0,0015	45%	19%	0%	36%	100%	0,52

Bersambung

Tabel 5. 42 Lanjutan dari Tabel 5.41

Saluran Tersier	A. total (m ²)	A. total (km ²)	Luas				presentase luas				A total (%)	C. gab
			Gedung (km ²)	RTH (km ²)	Kolam (km ²)	Paving (km ²)	Gedung (%)	RTH (%)	Kolam (%)	Paving (%)		
3.57-3.58	3539,3725	0,0035	0,0016	0,0009	0,0000	0,0010	46%	26%	0%	28%	100%	0,49
3.59-M	6638,2632	0,0066	0,0031	0,0008	0,0002	0,0025	47%	11%	4%	38%	100%	0,53
3.60-3.61	2304,0453	0,0023	0,0015	0,0003	0,0000	0,0005	65%	14%	0%	22%	100%	0,51
3.62-3.63	9424,1390	0,0094	0,0048	0,0015	0,0001	0,0030	51%	16%	1%	32%	100%	0,52
3.64-3.65	21607,3311	0,0216	0,0062	0,0116	0,0012	0,0026	29%	54%	5%	12%	100%	0,36
3.66-3.67	2691,2485	0,0027	0,0009	0,0006	0,0002	0,0010	33%	22%	7%	37%	100%	0,48
3.68-3.69	9531,2038	0,0095	0,0022	0,0043	0,0000	0,0030	23%	45%	0%	31%	100%	0,45
3.70-3.71	6339,8108	0,0063	0,0037	0,0006	0,0000	0,0020	58%	10%	1%	32%	100%	0,54
3.71-3.72	2349,1120	0,0023	0,0012	0,0003	0,0001	0,0007	51%	13%	6%	30%	100%	0,50
3.61-3.73	3615,0304	0,0036	0,0008	0,0016	0,0000	0,0012	22%	44%	1%	33%	100%	0,45
3.72-3.73	2918,6911	0,0029	0,0005	0,0016	0,0001	0,0007	15%	56%	5%	24%	100%	0,38
3.74-II.48	8716,3559	0,0087	0,0017	0,0026	0,0014	0,0030	19%	30%	16%	34%	100%	0,41
3.75-3.76	4218,8076	0,0042	0,0000	0,0012	0,0000	0,0030	0%	28%	1%	71%	100%	0,57
3.77-3.78	8671,4912	0,0087	0,0015	0,0031	0,0003	0,0037	18%	36%	3%	43%	100%	0,48
3.79-3.80	8142,2241	0,0081	0,0011	0,0040	0,0000	0,0030	11%	42%	0%	31%	85%	0,45
3.81-3.82	9330,9151	0,0093	0,0028	0,0035	0,0000	0,0030	44%	55%	1%	47%	147%	0,47

5.3.3 Pengukuran Kecepatan Eksisting

Kecepatan eksisting merupakan kecepatan yang diperoleh dengan melakukan pengukuran di lapangan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI 8066:2015) tentang tata cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan suatu wadah berbahan plastik, dapat berupa bola, persegi, atau bentuk lainnya. Dalam hal ini, gabus digunakan untuk mengukur kecepatan aliran saluran. pengukuran kecepatan aliran pada tugas akhir ini dilakukan saat hujan menggunakan gabus yang dilempar pada saluran dan dihitung jarak yang ditempuh serta waktu yang dibutuhkan. Contoh proses pengukuran kecepatan yang dilakukan di Saluran Sekunder dengan menggunakan gabus. Contoh pengukuran kecepatan eksisting dapat dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5. 11 Pengukuran Kecepatan Eksisting dengan Gabus
Sumber: Hasil Survei Lapangan

Selanjutnya, hasil pengukuran kecepatan aliran saat hujan akan digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi yang dapat dilihat pada dan Tabel 5.43.

5.3.4 Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c)

Nilai waktu konsentrasi (t_c) adalah hasil akumulasi dari setiap saluran yang ada, apabila terdapat suatu pertemuan antara dua cabang maka nilai t_c terbesar yang akan digunakan. Pada daerah genangan, perhitungan t_0 dan t_c dilakukan pada saat tidak terjadi genangan, perhitungan diberi pendekatan kemiringan medan. Berikut merupakan contoh perhitungan t_c pada Saluran primer A-B:

- Panjang Limpasan (L_0) = 68,78 m
- Elevasi muka tanah awal = +3,280 m
- Elevasi muka tanah akhir = +3,239 m
- Elevasi muka air awal = +3,249 m

- Elevasi muka air akhir = +2,545 m
- Panjang Saluran (Ld) = 277,38 meter
- Koefisien kekasaran Manning(n) pada lapisan beton pada kedua sisi saluran sesuai Tabel 3.10 n = 0,020 (Subarkah, 1980)
- Slope Tanah (So) = 0,00060
- Slope limpasan (S) = 0,00254
- Kecepatan eksisting = 0,29 m/s
- Waktu limpasan (to):

$$t_o = 1,44 \left(n \frac{L_o}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,467}$$

$$t_o = 1,44 \left(0,02 \frac{68,78 \text{ m}}{\sqrt{0,00060}} \right)^{0,467} \text{ menit}$$

$$t_o = 9,44 \text{ menit}$$

$$t_o = 0,158 \text{ jam}$$

- Waktu pengaliran (td)

$$t_f = \frac{Ld}{V}$$

$$t_f = \frac{277,38 \text{ m}}{0,29 \text{ m/s}}$$

$$t_f = 956,48 \text{ detik}$$

$$t_f = 0,266 \text{ jam}$$

- Waktu konsentrasi (tc)

$$t_c = t_o + t_d$$

$$= 0,158 \text{ jam} + 0,266 \text{ jam}$$

$$= 0,423 \text{ jam}$$

Perhitungan waktu konsentrasi untuk seluruh saluran dapat dilihat pada Tabel 5.43 hingga Tabel 5.47.

Tabel 5. 43 Hasil Perhitungan Waktu Konsentrasi (tc) Saluran Primer

Saluran Primer	Lo	Koefisien Hambatan	Elevasi Muka Tanah			Elevasi Muka Air					To	Ld	V Eksisting	Tf	Tc
	m	n	Elevasi Tanah Hulu	Elevasi Tanah Hilir	So	Elv. Hulu Saluran	Elv. Hilir Saluran	Elv. Air Hulu (m)	Elv. Air Hilir (m)	S	Jam	m	m/det	Jam	Jam
A-B	68,78	0,02	+ 3,280	+ 3,239	0,00060	+ 2,449	+ 1,745	+ 3,249	+ 2,545	0,00254	0,158	277,38	0,29	0,266	0,423
C-D	71,75	0,02	+ 3,886	+ 3,749	0,00191	+ 2,604	+ 2,495	+ 3,804	+ 3,695	0,00033	0,123	329,60	0,3	0,305	0,428
E-F	242,46	0,02	+ 3,205	+3,199	0,00002	+ 2,360	+ 2,590	+ 2,760	+ 2,740	0,00009	0,597	229,13	0,17	0,374	0,971
G-H	76,97	0,02	+ 3,343	+ 3,332	0,00014	+ 1,816	+ 1,740	+ 3,316	+ 3,240	0,00024	0,232	311,45	0,4	0,216	0,448
D-I	75,63	0,02	+ 3,718	+ 3,561	0,00208	+ 2,936	+ 2,494	+ 3,686	+ 3,242	0,00212	0,123	209,62	0,46	0,127	0,250
J-E	97,87	0,02	+ 3,255	+ 3,205	0,00051	+ 2,590	+ 2,426	+ 3,090	+ 2,926	0,00081	0,193	203,69	0,25	0,226	0,419
K-J	112,82	0,02	+ 3,423	+ 3,158	0,00235	+ 2,994	+ 2,590	+ 3,394	+ 3,090	0,00116	0,144	262,79	0,2	0,365	0,509
I-L	62,57	0,02	+ 3,561	+ 3,496	0,00104	+ 2,408	2,671	+ 3,208	+ 3,171	0,00016	0,133	225,89	0,2	0,314	0,446
L-M	38,41	0,02	+ 3,496	+ 3,342	0,00401	+ 2,671	+ 2,493	+ 3,471	+ 3,293	0,00074	0,077	241,41	0,25	0,268	0,345
M-N	57,30	0,02	+ 3,342	+ 3,294	0,00084	+ 2,493	+ 1,854	3,293	+ 3,054	0,00117	0,134	204,77	0,3	0,190	0,323
O-P	25,98	0,02	+ 3,628	+ 3,507	0,00466	+ 2,565	+ 2,540	+ 3,565	+ 3,540	0,00006	0,062	453,24	0,5	0,252	0,314
P-A	23,41	0,02	+ 3,507	+ 3,280	0,00970	+ 2,493	+ 2,272	+ 3,493	+ 3,272	0,00090	0,050	244,71	0,4	0,170	0,220
O-Q	54,79	0,02	+ 3,628	+ 3,471	0,00287	+ 3,053	+ 2,593	+ 3,553	+ 3,393	0,00020	0,098	817,52	0,45	0,505	0,603
R-C	72,34	0,02	+ 3,906	+ 3,886	0,00028	+ 2,784	+ 2,697	+ 3,484	+ 3,397	0,00046	0,193	190,90	0,35	0,152	0,345

Tabel 5. 44 Hasil Perhitungan Waktu Konsentrasi (tc) Saluran Sekunder

Saluran Sekunder	Lo	Koefisien Hambatan	Elevasi Muka Tanah			Elevasi Muka Air					To	Ld	V Eksisting	Tf	Tc
	m	n	Elevasi Tanah Hulu	Elevasi Tanah Hilir	So	Elv. Hulu Saluran	Elv. Hilir Saluran	Elv. Air Hulu (m)	Elv. Air Hilir (m)	S	Jam	m	m/det	Jam	Jam
II1-IIA	184,52	0,02	+ 3,372	+ 3,243	0,00070	+ 2,435	+ 2,333	+ 2,835	+ 2,733	0,00106	0,241	96,27	0,42	0,064	0,305
II2-II1	119,67	0,02	+ 3,402	+ 3,372	0,00025	+ 2,279	+ 2,221	+ 2,779	+ 2,721	0,00029	0,250	203,32	0,15	0,377	0,627
II3-II2	95,48	0,02	+ 3,421	+ 3,402	0,00020	+ 2,380	+ 2,279	+ 3,080	+ 2,979	0,00062	0,237	162,17	0,2	0,225	0,463
II4-II5	57,10	0,02	+ 3,470	+ 3,396	0,00130	+ 3,170	+ 2,979	+ 3,370	+ 3,029	0,00159	0,121	214,13	0,25	0,238	0,359
II6-II7	63,49	0,02	+ 3,388	+ 3,209	0,00282	+ 2,276	+ 2,272	+ 2,576	+ 2,572	0,00006	0,106	72,00	0,25	0,080	0,186
II8-II9	133,45	0,02	+ 3,235	+ 3,223	0,00009	+ 2,576	+ 2,419	+ 3,176	+ 3,019	0,00097	0,334	162,34	0,3	0,150	0,485

Bersambung

Tabel 5. 45 Lanjutan dari Tabel 5.44

Saluran Sekunder	Lo	Koefisien Hambatan	Elevasi Muka Tanah			Elevasi Muka Air					To	Ld	V Eksisting	Tf	Tc
	m	n	Elevasi Tanah Hulu	Elevasi Tanah Hilir	So	Elv. Hulu Saluran	Elv. Hilir Saluran	Elv. Air Hulu (m)	Elv. Air Hilir (m)	S	Jam	m	m/det	Jam	Jam
II10-II11	79,80	0,02	+ 3,318	+ 3,223	0,00119	+ 2,579	+ 2,429	+ 3,179	+ 3,059	0,00095	0,144	126,44	0,3	0,117	0,261
II12-II8	211,51	0,02	+ 3,325	+ 3,235	0,00043	+ 2,778	+ 2,419	+ 3,058	+ 2,669	0,00140	0,288	277,36	0,2	0,385	0,674
II13-II14	107,96	0,02	+ 3,533	+ 3,112	0,00390	+ 2,610	+ 2,510	+ 3,010	2,910	0,00046	0,126	216,90	0,2	0,301	0,427
II15-II16	138,73	0,02	+ 3,360	+ 3,265	0,00068	+ 3,027	+ 3,000	+ 3,227	+ 3,200	0,00010	0,212	272,96	0,15	0,505	0,717
II17-II18	128,61	0,02	+ 3,445	+ 3,393	0,00040	+ 2,418	+ 2,376	+ 2,818	+ 2,776	0,00026	0,231	159,49	0,17	0,261	0,492
II18-II19	98,91	0,02	+ 3,393	+ 3,342	0,00052	+ 2,828	+ 2,606	+ 3,628	+ 3,406	0,00079	0,193	282,08	0,17	0,461	0,654
II20-II21	120,80	0,02	+ 3,366	+ 3,282	0,00070	+ 2,273	+ 2,163	+ 2,673	+ 2,563	0,00028	0,198	389,34	0,21	0,515	0,713
II22-II23	12,49	0,02	+ 3,945	+ 3,665	0,02241	+ 2,978	+ 2,850	+ 3,578	+ 3,450	0,00070	0,030	183,76	0,4	0,128	0,158
II24-P	105,66	0,02	+ 3,739	+ 3,507	0,00220	+ 2,851	+ 2,502	+ 3,651	3,302	0,00187	0,142	186,54	0,3	0,173	0,315
II25-II26	63,94	0,02	+ 3,392	+ 3,321	0,00111	+ 2,279	+ 2,221	+ 3,079	+ 2,721	0,00190	0,132	188,27	0,2	0,261	0,393
II27-II26	41,62	0,02	+ 3,401	+ 3,321	0,00192	+ 2,380	+ 2,279	+ 2,480	+ 2,379	0,00085	0,095	119,29	0,2	0,166	0,261
II24-II28	182,58	0,02	+ 3,739	+ 3,434	0,00167	+ 3,225	+ 3,140	+ 3,525	+ 3,440	0,00046	0,196	186,21	0,25	0,207	0,402
II29-II3	120,77	0,02	+ 3,444	+ 3,421	0,00019	+ 2,303	+ 2,380	+ 2,703	+ 2,680	0,00038	0,268	59,89	0,2	0,083	0,351
II30-II31	16,57	0,02	+ 3,238	+ 3,187	0,00308	+ 2,995	+ 3,067	+ 3,225	+ 3,167	0,00011	0,055	549,00	0,46	0,332	0,387
II32-II33	112,98	0,02	+ 3,482	+ 3,459	0,00020	+ 2,933	+ 2,712	+ 3,233	+ 3,012	0,00175	0,256	126,01	0,15	0,233	0,489
II34-II35	43,84	0,02	+ 3,242	+ 3,216	0,00059	+ 2,789	+ 2,714	+ 2,989	+ 2,914	0,00134	0,128	55,90	0,12	0,129	0,257
II33-II36	142,93	0,02	+ 3,735	+ 3,702	0,00023	+ 2,678	+ 2,497	+ 3,678	+ 3,497	0,00120	0,277	151,15	0,25	0,168	0,445
II37-P	47,82	0,02	+ 3,714	+ 3,507	0,00433	+ 2,642	+ 2,531	+ 2,842	+ 2,731	0,00164	0,084	67,78	0,25	0,075	0,159
II38-II39	19,86	0,02	+ 3,141	+ 3,061	0,00403	+ 2,430	+ 2,532	+ 2,830	+ 2,782	0,00024	0,057	200,22	0,3	0,185	0,242
II16-II40	13,62	0,02	+ 3,265	+ 3,105	0,01175	+ 2,707	+ 2,437	+ 3,207	+ 2,937	0,00069	0,037	388,56	0,3	0,360	0,397
II42-II41	7,02	0,02	+ 3,229	+ 3,224	0,00071	+ 2,639	+ 2,537	+ 3,139	+ 3,037	0,00029	0,052	350,38	0,3	0,324	0,377
II43-II44	40,08	0,02	+ 3,295	+ 3,292	0,00007	+ 2,669	+ 2,536	+ 3,269	+ 3,136	0,00023	0,199	573,12	0,2	0,796	0,995
II13-II17	20,74	0,02	+ 3,533	+ 3,445	0,00424	+ 2,510	+ 2,432	+ 2,910	+ 2,832	0,00027	0,057	285,59	0,15	0,529	0,586

Tabel 5. 46 Hasil Perhitungan Waktu Konsentrasi (tc) Saluran Tersier

Saluran Tersier	Lo	Koefisien Hambatan	Elevasi Muka Tanah			Elevasi Muka Air					To	Ld	V Eksisting	Tf	Tc
	m	n	Elevasi Tanah Hulu	Elevasi Tanah Hilir	So	Elv. Hulu Saluran	Elv. Hilir Saluran	Elv. Air Hulu (m)	Elv. Air Hilir (m)	S	Jam	m	m/det	Jam	Jam
3.1-3.2	77,23	0,02	+ 3,433	+ 3,424	0,00012	+ 2,746	+ 2,647	+ 3,046	+ 2,947	0,00068	0,244	144,53	0,3	0,134	0,378
3.3-3.4	82,16	0,02	+ 3,479	+ 3,424	0,00067	+ 2,746	+ 2,647	+ 2,946	+ 2,847	0,00074	0,167	133,32	0,3	0,123	0,290
3.5-3.6	18,66	0,02	+ 3,617	+ 3,578	0,00209	+ 2,861	+ 2,832	+ 3,261	3,232	0,00020	0,064	144,38	0,25	0,160	0,224
3.7-3.8	22,84	0,02	+ 3,617	+ 3,571	0,00201	+ 2,791	+ 2,891	+ 3,191	+ 3,087	0,00072	0,071	144,18	0,25	0,160	0,231
3.9-3.10	17,15	0,02	+ 3,453	+ 3,324	0,00752	+ 2,791	+ 2,891	+ 2,991	+ 2,987	0,00003	0,046	142,53	0,2	0,198	0,244
3.11-3.12	17,72	0,02	+ 3,498	+ 3,324	0,00982	+ 2,921	+ 2,898	+ 3,221	+ 3,198	0,00019	0,044	118,43	0,2	0,164	0,208
3.13-3.14	14,64	0,02	+ 3,357	+ 3,344	0,00089	+ 2,967	+ 2,934	+ 3,217	+ 3,184	0,00023	0,070	141,79	0,3	0,131	0,201
3.15-3.16	15,01	0,02	+ 3,357	+ 3,344	0,00087	+ 2,956	+ 2,944	+ 3,156	+ 3,144	0,00008	0,071	141,60	0,25	0,157	0,228
3.17-3.18	17,97	0,02	+ 3,536	+ 3,339	0,01096	+ 2,943	+ 2,927	+ 3,243	+ 3,227	0,00015	0,043	109,74	0,4	0,076	0,119
3.19-3.20	38,23	0,02	+ 3,360	+ 3,349	0,00029	+ 3,030	+ 2,962	+ 3,230	+ 3,162	0,00055	0,142	124,59	0,2	0,173	0,315
3.21-3.22	22,45	0,02	+ 3,335	+ 3,298	0,00165	+ 2,986	+ 2,928	+ 3,136	+ 3,078	0,00058	0,074	100,50	0,2	0,140	0,213
3.23-3.24	23,44	0,02	+ 3,332	+ 3,295	0,00158	+ 2,994	+ 2,866	+ 3,134	+ 3,006	0,00119	0,076	107,78	0,2	0,150	0,226
3.25-3.26	35,90	0,02	+ 3,309	+ 3,293	0,00045	+ 2,976	+ 2,946	+ 3,176	+ 3,146	0,00062	0,125	48,60	0,2	0,067	0,192
3.60-3.61	9,63	0,02	+ 3,359	+ 3,348	0,00114	+ 3,105	+ 3,021	+ 3,305	+ 3,221	0,00063	0,054	133,57	0,15	0,247	0,301
3.62-3.63	19,50	0,02	+ 3,241	+ 3,233	0,00041	+ 3,021	+ 2,911	3,221	3,211	0,00007	0,096	139,60	0,1	0,388	0,483
3.64-3.65	37,18	0,02	+ 3,622	+ 3,591	0,00083	+ 2,381	+ 2,499	+ 2,781	+ 2,749	0,00030	0,109	105,49	0,15	0,195	0,305
3.27-3.28	22,22	0,02	+ 3,401	+ 3,376	0,00113	+ 3,115	+ 2,876	+ 3,315	+ 3,276	0,00024	0,080	161,69	0,2	0,225	0,305
3.29-3.30	24,20	0,02	+ 3,401	+ 3,393	0,00033	+ 3,094	+ 3,061	+ 3,494	+ 3,461	0,00014	0,111	234,70	0,2	0,326	0,437
3.66-3.67	11,17	0,02	+ 3,321	+ 3,298	0,00206	+ 2,891	+ 2,872	+ 3,191	+ 3,172	0,00014	0,051	133,16	0,15	0,247	0,297
3.54-II42	12,42	0,02	+ 3,276	+ 3,243	0,00266	+ 2,881	+ 2,782	+ 3,181	+ 3,082	0,00054	0,050	181,66	0,13	0,388	0,438
3.55-II43	2,68	0,02	+ 3,255	+ 3,231	0,00894	+ 2,987	+ 2,873	+ 3,187	+ 3,073	0,00069	0,018	165,07	0,23	0,199	0,218
3.54-3.56	8,05	0,02	+ 3,277	+ 3,256	0,00261	+ 2,913	+ 2,887	+ 3,113	+ 3,087	0,00018	0,041	141,65	0,22	0,179	0,220
3.57-3.58	4,37	0,02	+ 3,256	+ 3,233	0,00527	+ 2,978	+ 2,843	+ 3,278	+ 3,143	0,00074	0,026	183,41	0,3	0,170	0,196
3.68-3.69	52,57	0,02	+ 3,706	+ 3,688	0,00034	+ 2,523	+ 2,476	+ 3,023	+ 2,976	0,00030	0,158	157,28	0,26	0,168	0,326
3.31-3.32	19,00	0,02	+ 3,322	+ 3,305	0,00089	+ 2,926	+ 2,877	+ 3,276	+ 3,227	0,00022	0,079	224,51	0,15	0,416	0,494

Bersambung

Tabel 5. 47 Lanjutan dari Tabel 5.46

Saluran Tersier	Lo	Koefisien Hambatan	Elevasi Muka Tanah			Elevasi Muka Air					To	Ld	V Eksisting	Tf	Tc
	m	n	Elevasi Tanah Hulu	Elevasi Tanah Hilir	So	Elv. Hulu Saluran	Elv. Hilir Saluran	Elv. Air Hulu (m)	Elv. Air Hilir (m)	S	Jam	m	m/det	Jam	Jam
3.33-3.34	35,28	0,02	+ 3,265	+ 3,243	0,00062	+ 2,617	+ 2,478	+ 3,017	+ 2,878	0,00091	0,114	151,99	0,15	0,281	0,396
3.35-3.36	30,32	0,02	+ 3,229	+ 3,224	0,00016	+ 2,786	+ 2,551	+ 3,186	+ 3,051	0,00074	0,145	183,20	0,2	0,254	0,400
3.43-3.44	20,20	0,02	+ 3,295	+ 3,292	0,00015	+ 2,543	+ 2,433	+ 2,843	+ 2,733	0,00026	0,123	428,06	0,15	0,793	0,916
3.45-3.46	15,81	0,02	+ 3,322	+ 3,297	0,00158	+ 2,437	+ 2,422	+ 2,737	+ 2,722	0,00004	0,063	374,46	0,2	0,520	0,583
3.47-3.48	37,52	0,02	+ 3,265	+ 3,105	0,00426	+ 2,745	+ 2,545	+ 3,045	+ 2,845	0,00061	0,075	329,90	0,125	0,733	0,808
3.49-3.50	49,50	0,02	+ 3,229	+ 3,224	0,00010	+ 2,628	+ 2,554	+ 2,928	+ 2,854	0,00017	0,205	436,23	0,25	0,485	0,689
3.51-M	37,47	0,02	+ 3,433	+ 3,342	0,00243	+ 2,667	+ 2,512	+ 2,967	+ 2,812	0,00079	0,086	195,43	0,2	0,271	0,357
3.52-3.53	17,33	0,02	+ 3,327	+ 3,321	0,00035	+ 2,564	+ 2,522	+ 2,864	+ 2,822	0,00029	0,094	145,53	0,1	0,404	0,498
3.39-3.40	31,16	0,02	+ 3,265	+ 3,105	0,00513	+ 3,124	+ 3,078	+ 3,224	+ 3,098	0,00071	0,066	178,71	0,2	0,248	0,314
3.41-3.42	39,79	0,02	+ 3,229	+ 3,224	0,00013	+ 2,878	+ 2,718	+ 3,178	+ 3,018	0,00069	0,176	232,38	0,2	0,323	0,498
3.37-3.38	34,09	0,02	+ 3,295	+ 3,292	0,00009	+ 2,698	+ 2,612	+ 2,998	+ 2,912	0,00041	0,178	208,05	0,2	0,289	0,467
3.59-M	66,06	0,02	+ 3,399	+ 3,342	0,00086	+ 2,765	+ 2,632	+ 3,065	+ 2,932	0,00085	0,142	156,43	0,125	0,348	0,490
3.70-3.71	43,10	0,02	+ 3,021	+ 2,966	0,00128	+ 2,912	+ 2,878	+ 3,012	+ 2,948	0,00030	0,106	216,22	0,125	0,480	0,587
3.71-3.72	30,57	0,02	+ 2,966	+ 2,876	0,00294	+ 2,878	+ 2,776	+ 2,928	+ 2,826	0,00117	0,074	87,27	0,1	0,242	0,317

5.3.5 Perhitungan Debit Limpasan

Untuk mengetahui berapa debit air hujan yang memasuki saluran, maka dibutuhkan perhitungan debit limpasan. Berikut adalah contoh perhitungan debit limpasan pada saluran primer A-B:

Luas DAS = 0,0401 km²

Panjang Saluran = 277,38 m

Waktu konsentrasi = 0,378 jam

Hujan Harian Maksimum terpilih = 159,19 mm

$$\text{Intensitas hujan} = \frac{HHM}{24} \times \left(\frac{24}{T_c}\right)^{0,67}$$

$$\text{Intensitas hujan} = \frac{159,19}{24} \times \left(\frac{24}{0,423}\right)^{0,67} = 99,205 \text{ mm/jam}$$

C = 0,5

$$Q_{\text{limpasan}} = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$Q_{\text{limpasan}} = 0,278 \times 0,5 \times 99,205 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} \times 0,0401 \text{ km}^2 = 0,554 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5.3.6 Perhitungan Kontribusi Air Limbah Pada Saluran

Dilakukan perhitungan kontribusi air limbah pada saluran drainase dikarenakan pada kondisi di lapangan, saluran drainase tidak hanya difungsikan sebagai tempat penampung air hujan, namun digunakan juga sebagai penyalur air limbah domestik, dalam hal ini yang ditampung pada saluran drainase adalah *grey water*, karena untuk *black water* sudah ditampung pada tangki septik atau IPAL masing-masing perumahan dan gedung. Menurut (Metcalf & Eddy, 2014), 50-90% penggunaan air bersih akan menjadi air limbah. Cara perhitungan kontribusi air limbah adalah sebagai berikut:

$$Q = Q_{\text{air bersih}} \times 70\%$$

Contoh perhitungan untuk satu blok jalan rumah adalah sebagai berikut:

Pemakaian air bersih Perumahan Dosen J2 pada bulan Januari

$$Q = 55 \text{ m}^3/\text{bulan}$$

$$Q_{\text{air limbah}} = 55 \text{ m}^3/\text{bulan} \times 70\% = 38,5 \text{ m}^3/\text{bulan} = 0,05 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Berikut adalah contoh perhitungan dari kontribusi perumahan ITS dalam satu blok:

Tabel 5. 48 Kontribusi Air Limbah Perumahan ITS

Blok	Alamat	Air Bersih (m ³ /bulan)	Air Limbah (m ³ /jam)
	Perumdos J2	55	0,051747
	Perumdos J4	69	0,064919
	Perumdos J6	21	0,019758
	Perumdos J8	88	0,082796
	Perumdos J10	81	0,076210
	Perumdos J12	85	0,079973
	Perumdos J14	21	0,019758
	Perumdos J16	10	0,009409
	Perumdos J18	59	0,055511
	Perumdos J20	26	0,024462
Total			0,484543

Sehingga, didapatkan Q air limbah dalam satu blok saluran tersier adalah 0,48 m³/jam atau 0,00013 m³/detik. Selanjutnya, air limbah dari saluran tersier akan terakumulasi di saluran sekunder dan kemudian akan terakumulasi di saluran primer.

5.3.7 Perhitungan Debit Akumulasi Eksisting

Dengan diketahuinya debit limpasan hujan dan debit air limbah maka akan diketahui debit eksisting dari saluran yang dievaluasi. Berikut contoh perhitungan debit eksisting pada saluran primer A-B:

Q limpasan = 0,554 m³/detik

Q air limbah = 0,004 m³/detik

Sehingga diketahui Q eksisting saluran Primer A-B adalah 0,558 m³/detik. Perhitungan debit eksisting untuk seluruh saluran dapat dilihat pada Tabel 5.49 hingga Tabel 5.54.

Tabel 5. 49 Debit Eksisting Saluran Primer

Saluran Primer	Luas Wilayah	Ld	Tc	R24	Intensitas hujan (I)	C	Debit Limpasan (Q)	Debit Air Limbah (Q)	Debit Akumulasi (Q)
	Km ²	m	Jam	mm	mm/jam		m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det
A-B	0,0401	277,38	0,423	159,19	99,205	0,500	0,554	0,004	0,558
C-D	0,0231	329,60	0,428	159,19	98,526	0,521	0,330	0,001	0,331
E-F	0,0635	229,13	0,971	159,19	56,868	0,507	0,509	0,005	0,514
G-H	0,0244	311,45	0,448	159,19	95,478	0,503	0,326	0,003	0,329
D-I	0,0084	209,62	0,250	159,19	141,286	0,529	0,174	0,003	0,177
J-E	0,0197	203,69	0,419	159,19	99,885	0,446	0,244	0,007	0,251
K-J	0,0191	262,79	0,509	159,19	87,660	0,459	0,214	0,001	0,215
I-L	0,0145	225,89	0,446	159,19	95,768	0,474	0,183	0,003	0,186
L-M	0,0064	241,41	0,345	159,19	113,743	0,535	0,109	0,002	0,111
M-N	0,0101	204,77	0,323	159,19	118,842	0,522	0,173	0,003	0,176
O-P	0,0182	453,24	0,314	159,19	121,268	0,249	0,153	0,003	0,156
P-A	0,0140	244,71	0,220	159,19	153,988	0,353	0,211	0,003	0,214
O-Q	0,1173	817,52	0,603	159,19	78,283	0,239	0,611	0,003	0,613
R-C	0,0147	190,90	0,345	159,19	113,855	0,451	0,209	0,003	0,212

Tabel 5. 50 Tabel Debit Eksisting Saluran Sekunder

Saluran Sekunder	Luas Wilayah	Ld	Tc	R24	Intensitas hujan (I)	C	Debit Limpasan (Q)	Debit Air Limbah (Q)	Debit Akumulasi (Q)
	Km ²	m	Jam	mm	mm/jam		m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det
II1-IIA	0,0117	96,27	0,305	136,09	105,756	0,536	0,185	0,001	0,186
II2-II1	0,0110	203,32	0,627	136,09	65,223	0,545	0,109	0,002	0,111
II3-II2	0,0158	162,17	0,463	136,09	79,912	0,375	0,131	0,0005	0,132

Bersambung

Tabel 5. 51 Lanjutan dari Tabel 5.50

Saluran Sekunder	Luas Wilayah	Ld	Tc	R24	Intensitas hujan (I)	C	Debit Limpasan (Q)	Debit Air Limbah (Q)	Debit Akumulasi (Q)
	Km ²	m	Jam	mm	mm/jam		m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det
II4-II5	0,0073	214,13	0,359	136,09	94,809	0,519	0,100	0,0002	0,100
II6-II7	0,0051	72,00	0,186	136,09	147,331	0,497	0,104	0,0002	0,104
II8-II9	0,0095	162,34	0,485	136,09	77,478	0,488	0,099	0,0004	0,100
II10-II11	0,0101	126,44	0,261	136,09	117,308	0,496	0,164	0,001	0,165
II12-II8	0,0112	277,36	0,674	136,09	62,139	0,512	0,099	0,0007	0,100
II13-II14	0,0105	216,90	0,427	136,09	84,356	0,474	0,117	0,0004	0,117
II15-II16	0,0181	272,96	0,717	136,09	59,570	0,529	0,159	0,0002	0,159
II17-II18	0,0212	159,49	0,492	136,09	76,704	0,357	0,162	0,0003	0,162
II18-II19	0,0165	282,08	0,654	136,09	63,364	0,350	0,102	0,0003	0,102
II20-II21	0,0148	389,34	0,713	136,09	59,819	0,524	0,129	0,0002	0,129
II22-II23	0,0035	183,76	0,158	136,09	164,096	0,442	0,070	0,0008	0,071
II24-P	0,0358	186,54	0,315	136,09	103,427	0,320	0,330	0,0002	0,330
II25-II26	0,0127	188,27	0,393	136,09	89,107	0,492	0,155	0,0001	0,155
II27-II26	0,0124	119,29	0,261	136,09	117,407	0,475	0,192	0,0002	0,192
II24-II28	0,0181	186,21	0,402	136,09	87,737	0,452	0,200	0,0002	0,200
II29-II3	0,0094	59,89	0,351	136,09	96,174	0,427	0,108	0,0003	0,108
II30-II31	0,0098	549,00	0,387	136,09	90,105	0,472	0,116	0,000	0,116
II32-II33	0,0087	126,01	0,489	136,09	77,020	0,481	0,090	0,0002	0,090
II34-II35	0,0036	55,90	0,257	136,09	118,395	0,620	0,074	0,0002	0,074
II33-II36	0,0246	151,15	0,445	136,09	82,043	0,322	0,181	0,0002	0,181
II37-P	0,0025	67,78	0,159	136,09	163,410	0,540	0,060	0,0001	0,060
II38-II39	0,0049	200,22	0,242	136,09	123,403	0,427	0,071	0,0003	0,071
II16-II40	0,0060	388,56	0,397	136,09	88,596	0,411	0,060	0,0001	0,061

Bersambung

Tabel 5. 52 Lanjutan dari Tabel 5.51

Saluran Sekunder	Luas Wilayah	Ld	Tc	R24	Intensitas hujan (I)	C	Debit Limpasan (Q)	Debit Air Limbah (Q)	Debit Akumulasi (Q)
	Km ²	m	Jam	mm	mm/jam		m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det
II42-II41	0,0042	350,38	0,377	136,09	91,741	0,551	0,059	0,0003	0,059
II43-II44	0,0031	573,12	0,995	136,09	47,846	0,560	0,023	0,0001	0,023
II13-II17	0,0068	285,59	0,586	136,09	68,226	0,394	0,051	0,0003	0,051

Tabel 5. 53 Tabel Debit Eksisting Saluran Tersier

Saluran Tersier	Luas Wilayah	Ld	Tc	R24	Intensitas hujan (I)	C	Debit Limpasan (Q)	Debit Air Limbah (Q)	Debit Akumulasi (Q)
	Km ²	m	Jam	mm	mm/jam		m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det
3.1-3.2	0,0054	136,97	0,378	136,09	91,583	0,419	0,058	0,00006	0,05805
3.3-3.4	0,0054	133,32	0,290	136,09	109,232	0,427	0,070	0,00011	0,07016
3.5-3.6	0,0035	144,38	0,224	136,09	129,773	0,480	0,060	0,00015	0,06008
3.7-3.8	0,0031	144,18	0,231	136,09	127,230	0,464	0,051	0,00015	0,05119
3.9-3.10	0,0024	142,53	0,244	136,09	122,836	0,496	0,041	0,00015	0,04080
3.11-3.12	0,0025	118,43	0,208	136,09	136,540	0,517	0,049	0,00006	0,04907
3.13-3.14	0,0027	141,79	0,201	136,09	139,691	0,535	0,055	0,00006	0,05530
3.15-3.16	0,0026	141,60	0,228	136,09	128,271	0,514	0,047	0,00013	0,04686
3.17-3.18	0,0026	109,74	0,119	136,09	198,605	0,492	0,069	0,00013	0,06936
3.19-3.20	0,0080	124,59	0,315	136,09	103,363	0,578	0,132	0,00021	0,13259
3.21-3.22	0,0025	100,50	0,213	136,09	134,258	0,513	0,049	0,00008	0,04880
3.23-3.24	0,0037	107,78	0,226	136,09	129,274	0,487	0,065	0,00006	0,06544
3.25-3.26	0,0024	48,60	0,192	136,09	144,017	0,437	0,043	0,00007	0,04282
3.60-3.61	0,0023	133,57	0,301	136,09	106,485	0,509	0,035	0,00016	0,03489
3.62-3.63	0,0094	139,60	0,483	136,09	77,615	0,518	0,105	0,00016	0,10543

bersambung

Tabel 5. 54 Lanjutan dari Tabel 5.53

Saluran Tersier	Luas Wilayah	Ld	Tc	R24	Intensitas hujan (I)	C	Debit Limpasan (Q)	Debit Air Limbah (Q)	Debit Akumulasi (Q)
	Km ²	m	Jam	mm	mm/jam		m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det
3.64-3.65	0,0216	105,49	0,305	136,09	105,710	0,363	0,231	0,00016	0,23069
3.27-3.28	0,0051	161,69	0,305	136,09	105,703	0,542	0,081	0,00020	0,08077
3.29-3.30	0,0043	234,70	0,437	136,09	83,024	0,509	0,051	0,00020	0,05096
3.66-3.67	0,0027	133,16	0,297	136,09	107,525	0,482	0,039	0,00034	0,03907
3.54-II42	0,0056	181,66	0,438	136,09	82,882	0,500	0,064	0,00048	0,06475
3.55-II43	0,0046	165,07	0,218	136,09	132,402	0,512	0,086	0,00040	0,08646
3.54-3.56	0,0042	141,65	0,220	136,09	131,555	0,523	0,080	0,00042	0,08086
3.57-3.58	0,0035	183,41	0,196	136,09	142,090	0,491	0,069	0,00046	0,06914
3.68-3.69	0,0095	157,28	0,326	136,09	100,969	0,448	0,120	0,00016	0,12009
3.31-3.32	0,0053	224,51	0,494	136,09	76,441	0,551	0,062	0,00011	0,06209
3.33-3.34	0,0050	151,99	0,396	136,09	88,742	0,540	0,066	0,00054	0,06664
3.35-3.36	0,0077	183,20	0,400	136,09	88,153	0,558	0,105	0,00027	0,10576
3.43-3.44	0,0050	428,06	0,916	136,09	50,578	0,527	0,037	0,00058	0,03777
3.45-3.46	0,0034	374,46	0,583	136,09	68,428	0,538	0,035	0,00062	0,03520
3.47-3.48	0,0075	329,90	0,808	136,09	54,998	0,518	0,059	0,00040	0,05975
3.49-3.50	0,0095	436,23	0,689	136,09	61,178	0,542	0,087	0,00066	0,08799
3.51-M	0,0051	195,43	0,357	136,09	95,082	0,471	0,063	0,00070	0,06386
3.52-3.53	0,0016	145,53	0,498	136,09	76,040	0,481	0,016	0,00040	0,01682
3.39-3.40	0,0033	178,71	0,314	136,09	103,591	0,529	0,050	0,00074	0,05070
3.41-3.42	0,0033	232,38	0,498	136,09	76,027	0,524	0,036	0,00078	0,03721
3.37-3.38	0,0086	208,05	0,467	136,09	79,468	0,553	0,105	0,00040	0,10562
3.59-M	0,0066	156,43	0,490	136,09	76,946	0,529	0,075	0,00082	0,07592
3.70-3.71	0,0063	216,22	0,587	136,09	68,167	0,535	0,064	0,00086	0,06518
3.71-3.72	0,0023	87,27	0,317	136,09	103,002	0,497	0,033	0,00040	0,03384

5.3.8 Perbandingan Debit Eksisting dan Kapasitas Saluran

Dengan diketahuinya debit eksisting maksimum saluran, maka nilai debit tersebut dibandingkan untuk mengetahui daya tampung kapasitas saluran yang ada saat ini dalam melayani debit eksisting. Kapasitas saluran yang ada di wilayah kampus dan perumahan ITS dihitung berdasarkan kondisi yang ada di lapangan yaitu pada saat belum terdapat sedimen (Qrencana) hingga kondisi saluran saat ini (Qeksisting) yaitu telah terdapat sedimen. Contoh pengukuran tinggi sedimen dapat dilihat pada contoh Gambar 5.11 berikut.



Gambar 5. 12 Pengukuran Tinggi Sedimen

Sumber: Hasil Observasi Lapangan

berikut adalah contoh perbandingan antara debit eksisting (Qeksisting) dengan kapasitas saluran sekunder II1-IIA:

- Debit eksisting (Qeksisting) = $0,196 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Dimensi Saluran Berbentuk Trapesium
- Lebar atas saluran eksisting (T) = $1,1 \text{ m}$
- Lebar bawah saluran eksisting (b) = $0,22 \text{ m}$
- Kedalaman saluran (h) = $0,7 \text{ m}$
- Kemiringan Muka Air = $0,00106$
- Angka hambatan = $0,02$
- Didapatkan A saluran = $0,5 \times (b.\text{atas} + b.\text{bawah}) \times h = 0,462 \text{ m}^2$
- Didapatkan P saluran = $b.\text{atas} + b.\text{bawah} + 2z = 2,02 \text{ m}$

- Luas penampang rencana (Arencana) sebelum ada sedimen = $0,462 \text{ m}^2$
 - Tinggi Rata-rata sedimen = $0,11 \text{ m}$
 - Luas sedimen = $0,023 \text{ m}^2$
 - Luas saluran dengan sedimen = $0,462 \text{ m}^2 - 0,023 \text{ m}^2$
 - Luas saluran dengan sedimen = $0,439 \text{ m}^2$
 - Didapatkan V saluran = $\frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} = 0,588 \text{ m / detik}$
 - Didapatkan Q saluran = $v \times A$
 - Q saluran = $0,588 \text{ m/detik} \times 0,439 \text{ m}^2 = 0,258 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - Sehingga kapasitas saluran masih mampu menampung debit eksisting dari Saluran II1-IIA.
- Berikut adalah perhitungan dari perbandingan debit eksisting dan kapasitas saluran dapat dilihat pada Tabel 5.55 hingga Tabel 5.59.

Tabel 5. 55 Perhitungan Debit Eksisting dan Kapasitas Saluran Primer

Saluran Primer	Q. Eksisting	Dimensi Saluran Eksisting					Kemiringan Muka Air			A Eksisting dengan Sedimen	(P)	(V.sal)	Q. Sal	keterangan
		bentuk	b. atas	b. bawah	h	Z	(S)	(n)	(A)					
	(m ³ /det)	saluran	(m)	(m)	(m)								(m ³ /det)	
A-B	0,558	Trapeسيوم	5,00	4,00	2,00	0,25	0,0025	0,02	9,000	8,200	9,5	2,284	18,725	aman
C-D	0,331	Trapeسيوم	3,00	2,00	2,00	0,25	0,0003	0,02	5,000	4,640	5,5	0,812	3,767	aman
E-F	0,514	Trapeسيوم	7,60	6,00	2,50	0,32	0,0001	0,02	17,000	15,740	14,24	0,499	7,860	aman
G-H	0,329	Trapeسيوم	3,00	2,00	2,00	0,25	0,0002	0,02	5,000	4,560	5,5	0,689	3,143	aman
D-I	0,177	Trapeسيوم	3,00	2,00	2,00	0,25	0,0021	0,02	5,000	4,660	5,5	2,060	9,602	aman
J-E	0,251	Trapeسيوم	3,00	2,00	2,00	0,25	0,0008	0,02	5,000	4,700	5,5	1,278	6,005	aman
K-J	0,215	Trapeسيوم	3,00	2,00	2,00	0,25	0,0012	0,02	5,000	4,600	5,5	1,510	6,944	aman
I-L	0,186	Trapeسيوم	4,00	3,50	2,00	0,13	0,0002	0,02	7,500	6,870	7,75	0,591	4,057	aman
L-M	0,111	Trapeسيوم	4,00	3,50	2,00	0,13	0,0007	0,02	7,500	6,975	7,75	1,266	8,828	aman
M-N	0,176	Trapeسيوم	4,00	3,50	2,00	0,13	0,0012	0,02	7,500	6,765	7,75	1,560	10,555	aman
O-P	0,156	Trapeسيوم	4,00	3,50	2,00	0,13	0,0001	0,02	7,500	6,870	7,75	0,343	2,354	aman
P-A	0,214	Trapeسيوم	4,00	3,50	2,00	0,13	0,0009	0,02	7,500	6,975	7,75	1,401	9,770	aman
O-Q	0,613	Trapeسيوم	4,00	3,50	2,00	0,13	0,0002	0,02	7,500	6,695	7,75	0,634	4,248	aman
R-C	0,212	Trapeسيوم	4,00	3,50	2,00	0,13	0,0005	0,02	7,500	6,905	7,75	0,988	6,824	aman

Tabel 5. 56 Perhitungan Debit Eksisting dan Kapasitas Saluran Sekunder

Saluran Sekunder	Q. Eksisting	Dimensi Saluran Eksisting					Kemiringan Muka Air			(A) Eksisting dengan Sedimen	(P)	(V.sal)	Q. Sal	keterangan
		bentuk	b. atas	b. bawah	h	Z	(S)	(n)	(A)					
	(m ³ /det)	saluran	(m)	(m)	(m)								(m ³ /det)	
II1-IIA	0,186	Trapeسيوم	1,10	0,22	0,70	0,63	0,00106	0,02	0,462	0,439	2,58	0,500	0,219	aman
II2-II1	0,111	Trapeسيوم	1,05	0,27	0,70	0,56	0,00029	0,02	0,462	0,424	2,43	0,263	0,112	aman
II3-II2	0,132	Trapeسيوم	1,05	0,57	0,40	0,60	0,00062	0,02	0,324	0,233	2,82	0,237	0,055	tidak aman
II4-II5	0,100	Persegi	0,40	0,40	0,50	0,00	0,00159	0,02	0,200	0,172	1,40	0,493	0,085	tidak aman
II6-II7	0,104	Persegi	0,50	0,50	0,60	0,00	0,00006	0,02	0,300	0,275	1,70	0,111	0,030	tidak aman
II8-II9	0,100	Persegi	0,50	0,50	1,00	0,00	0,00097	0,02	0,500	0,412	2,50	0,467	0,192	aman

Bersambung

Tabel 5. 57 Lanjutan dari Tabel 5.56

Saluran Sekunder	Q. Eksisting	Dimensi Saluran Eksisting				Z	Kemiringan Muka Air			(A) Eksisting dengan Sedimen	(P)	(V.sal)	Q. Sal	keterangan
		bentuk	b. atas	b. bawah	h		(S)	(n)	(A)					
	(m ³ /det)	saluran	(m)	(m)	(m)								(m ³ /det)	
II10-II11	0,165	Persegi	0,50	0,50	1,00	0,00	0,00095	0,02	0,500	0,430	2,50	0,476	0,205	aman
II12-II8	0,100	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00140	0,02	0,250	0,152	1,50	0,406	0,062	tidak aman
II13-II14	0,117	Trapesium	1,00	0,60	0,90	0,22	0,00046	0,02	0,720	0,624	2,04	0,487	0,304	aman
II15-II16	0,159	Persegi	1,00	1,00	0,88	0,00	0,00010	0,02	0,880	0,660	2,76	0,192	0,126	tidak aman
II17-II18	0,162	Trapesium	2,00	1,20	1,30	0,31	0,00026	0,02	2,080	1,868	3,82	0,504	0,942	aman
II18-II19	0,102	Trapesium	2,00	1,20	1,30	0,31	0,00079	0,02	2,080	1,900	3,82	0,881	1,674	aman
II20-II21	0,129	Persegi	1,50	1,50	1,00	0,00	0,00028	0,02	1,500	1,330	3,50	0,441	0,586	aman
II22-II23	0,071	Persegi	1,00	1,00	0,90	0,00	0,00070	0,02	0,900	0,800	2,80	0,572	0,458	aman
II24-P	0,330	Persegi	1,00	1,00	1,30	0,00	0,00187	0,02	1,300	1,150	3,60	1,011	1,162	aman
II25-II26	0,155	Persegi	0,30	0,30	0,40	0,00	0,00190	0,02	0,120	0,090	1,10	0,411	0,037	tidak aman
II27-II26	0,192	Trapesium	1,30	1,00	0,80	0,19	0,00085	0,02	0,920	0,840	2,68	0,672	0,565	aman
II24-II28	0,200	Persegi	1,00	1,00	1,30	0,00	0,00046	0,02	1,300	1,150	3,60	0,499	0,574	aman
II29-II3	0,108	Persegi	1,05	1,05	1,30	0,00	0,00038	0,02	1,365	1,260	3,65	0,482	0,608	aman
II30-II31	0,116	Persegi	0,55	0,55	0,70	0,00	0,00011	0,02	0,385	0,369	1,95	0,169	0,062	tidak aman
II32-II33	0,090	Persegi	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00175	0,02	1,000	0,950	3,00	0,973	0,924	aman
II34-II35	0,074	Persegi	0,50	0,50	0,40	0,00	0,00134	0,02	0,200	0,175	1,30	0,481	0,084	aman
II33-II36	0,181	Persegi	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00120	0,02	2,250	2,100	4,50	1,041	2,186	aman
II37-P	0,060	Persegi	0,40	0,40	0,50	0,00	0,00164	0,02	0,200	0,168	1,40	0,492	0,083	aman
II38-II39	0,071	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00024	0,02	0,250	0,200	1,50	0,202	0,040	tidak aman
II16-II40	0,061	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00069	0,02	0,250	0,225	1,50	0,372	0,084	aman
II42-II41	0,059	Persegi	0,55	0,55	0,50	0,00	0,00029	0,02	0,275	0,248	1,55	0,251	0,062	aman
II43-II44	0,023	Trapesium	1,20	0,50	0,85	0,41	0,00023	0,02	0,723	0,698	2,52	0,323	0,225	aman
II13-II17	0,051	Persegi	0,50	0,50	0,70	0,00	0,00027	0,02	0,350	0,325	1,90	0,255	0,083	aman

Tabel 5. 58 Perhitungan Debit Eksisting dan Kapasitas Saluran Tersier

Saluran Tersier	Q. Eksisting (m ³ /det)	Dimensi Saluran Eksisting				Z	Kemiringan Muka Air			A Eksisting dengan Sedimen m ²	(P)	(V.sal)	Q. Sal (m ³ /det)	keterangan
		bentuk	b. atas	b. bawah	h		(S)	(n)	(A)					
		saluran	(m)	(m)	(m)				m ²					
3.1-3.2	0,05805	Trapeسيوم	0,80	0,32	0,50	0,48	0,0007	0,02	0,280	0,248	2,08	0,317	0,079	aman
3.3-3.4	0,07016	Trapeسيوم	0,80	0,35	0,55	0,41	0,0007	0,02	0,316	0,271	1,97	0,363	0,098	aman
3.5-3.6	0,06008	Trapeسيوم	0,80	0,35	0,55	0,41	0,0002	0,02	0,316	0,264	1,97	0,186	0,049	tidak aman
3.7-3.8	0,05119	Trapeسيوم	0,70	0,40	0,50	0,30	0,00072	0,02	0,275	0,251	1,70	0,375	0,094	aman
3.9-3.10	0,04080	Trapeسيوم	0,70	0,50	0,60	0,17	0,00003	0,02	0,360	0,310	1,53	0,091	0,028	tidak aman
3.11-3.12	0,04907	Trapeسيوم	0,70	0,50	0,60	0,17	0,0002	0,02	0,360	0,310	1,53	0,240	0,074	aman
3.13-3.14	0,05530	Trapeسيوم	0,70	0,50	0,60	0,17	0,0002	0,02	0,360	0,295	1,53	0,254	0,075	aman
3.15-3.16	0,04686	Trapeسيوم	0,70	0,50	0,60	0,17	0,0001	0,02	0,360	0,285	1,53	0,150	0,043	tidak aman
3.17-3.18	0,06936	Trapeسيوم	0,80	0,40	0,60	0,33	0,0001	0,02	0,360	0,300	1,87	0,178	0,054	tidak aman
3.19-3.20	0,13259	Persegi	0,30	0,30	0,40	0,00	0,0005	0,02	0,120	0,090	1,10	0,220	0,020	tidak aman
3.21-3.22	0,04880	Persegi	0,30	0,30	0,40	0,00	0,0006	0,02	0,120	0,081	1,10	0,211	0,017	tidak aman
3.23-3.24	0,06544	Persegi	0,30	0,30	0,40	0,00	0,0012	0,02	0,120	0,084	1,10	0,310	0,026	tidak aman
3.25-3.26	0,04282	Persegi	0,30	0,30	0,40	0,00	0,00062	0,02	0,120	0,066	1,10	0,190	0,013	tidak aman
3.60-3.61	0,03489	Persegi	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00063	0,02	1,000	0,900	3,00	0,562	0,506	aman
3.62-3.63	0,10543	Persegi	1,50	1,50	0,45	0,00	0,0001	0,02	0,675	0,450	2,40	0,139	0,062	tidak aman
3.64-3.65	0,23069	Trapeسيوم	1,00	0,60	0,70	0,29	0,0003	0,02	0,560	0,500	2,17	0,327	0,164	tidak aman
3.27-3.28	0,08077	Trapeسيوم	1,50	1,30	1,30	0,08	0,0002	0,02	1,820	1,651	2,95	0,527	0,870	aman
3.29-3.30	0,05096	Trapeسيوم	1,00	0,80	0,80	0,13	0,0001	0,02	0,720	0,600	2,05	0,261	0,157	aman
3.66-3.67	0,03907	Persegi	0,40	0,40	0,50	0,00	0,0001	0,02	0,200	0,160	1,40	0,141	0,023	tidak aman
3.54-II42	0,06475	Persegi	0,40	0,40	0,50	0,00	0,0005	0,02	0,200	0,188	1,40	0,306	0,058	tidak aman
3.55-II43	0,08646	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,0007	0,02	0,250	0,225	1,50	0,371	0,083	tidak aman
3.54-3.56	0,08086	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00018	0,02	0,250	0,225	1,50	0,191	0,043	tidak aman
3.57-3.58	0,06914	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00074	0,02	0,250	0,200	1,50	0,354	0,071	aman
3.68-3.69	0,12009	Persegi	0,30	0,30	0,50	0,00	0,0003	0,02	0,150	0,105	1,30	0,162	0,017	tidak aman

Bersambung

Tabel 5. 59 Lanjutan dari Tabel 5.58

Saluran Tersier	Q. Eksisting	Dimensi Saluran Eksisting				Z	Kemiringan Muka Air			A Eksisting dengan Sedimen	(P)	(V.sal)	Q. Sal	keterangan
		bentuk	b. atas	b. bawah	h		(S)	(n)	(A)					
	(m ³ /det)	saluran	(m)	(m)	(m)				m ²	m ²			(m ³ /det)	
3.31-3.32	0,06209	Trapeسيوم	0,80	0,32	0,55	0,44	0,00022	0,02	0,308	0,292	1,99	0,205	0,060	tidak aman
3.33-3.34	0,06664	Trapeسيوم	1,70	1,30	0,50	0,40	0,00091	0,02	0,750	0,620	3,80	0,451	0,280	aman
3.35-3.36	0,10576	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,0007	0,02	0,250	0,200	1,50	0,354	0,071	tidak aman
3.43-3.44	0,03777	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00026	0,02	0,250	0,200	1,50	0,209	0,042	aman
3.45-3.46	0,03520	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00004	0,02	0,250	0,208	1,50	0,085	0,018	tidak aman
3.47-3.48	0,05975	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,0006	0,02	0,250	0,210	1,50	0,332	0,070	aman
3.49-3.50	0,08799	Trapeسيوم	1,10	0,70	0,30	0,67	0,00017	0,02	0,270	0,218	3,13	0,110	0,024	tidak aman
3.51-M	0,06386	Persegi	0,40	0,40	0,50	0,00	0,00079	0,02	0,200	0,172	1,40	0,348	0,060	tidak aman
3.52-3.53	0,01682	Persegi	0,40	0,40	0,50	0,00	0,0003	0,02	0,200	0,174	1,40	0,212	0,037	aman
3.39-3.40	0,05070	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00071	0,02	0,250	0,220	1,50	0,369	0,081	aman
3.41-3.42	0,03721	Persegi	0,40	0,40	0,50	0,00	0,00069	0,02	0,200	0,178	1,40	0,332	0,059	aman
3.37-3.38	0,10562	Trapeسيوم	1,10	0,70	0,50	0,40	0,0004	0,02	0,450	0,415	2,60	0,299	0,124	aman
3.59-M	0,07592	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00085	0,02	0,250	0,228	1,50	0,415	0,094	aman
3.70-3.71	0,06518	Persegi	0,50	0,50	0,30	0,00	0,00030	0,02	0,150	0,115	1,10	0,191	0,022	tidak aman
3.71-3.72	0,03384	Persegi	0,50	0,50	0,30	0,00	0,0012	0,02	0,150	0,110	1,10	0,368	0,041	aman

5.3.9 Pergantian Dimensi Saluran

Dari perbandingan debit saluran eksisting dengan kapasitas saluran, diketahui ada beberapa saluran yang tidak memenuhi sehingga perlu diganti dimensi saluran serta mengganti kemiringan saluran dikarenakan akan mempengaruhi kecepatan aliran dan kapasitas saluran. Berikut adalah contoh perhitungan Saluran Sekunder II3-II2:

Q eksisting = $0,132 \text{ m}^3/\text{detik}$

Saluran Trapasium

Dimensi eksisting adalah:

Lebar atas = $1,1 \text{ m}$

Lebar bawah = $0,22 \text{ m}$

Tinggi saluran = $0,7 \text{ m}$

Saluran tidak bisa menampung tidak debit yang masuk ke dalam saluran adalah $0,055 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Sehingga perlu diganti dimensi saluran seperti berikut:

Lebar atas = $1,1 \text{ m}$

Lebar bawah = $0,6 \text{ m}$

Tinggi saluran = $0,5 \text{ m}$

Sehingga, dari dimensi tersebut akan didapatkan debit sebesar $0,158 \text{ m}^3/\text{detik}$, sehingga debit tersebut mampu menampung debit yang masuk ke dalam saluran II3-II2.

Berikut adalah perhitungan pergantian dimensi untuk tiap saluran terdapat pada Tabel 5.60 hingga 5.62.

Tabel 5. 60 Pergantian Dimensi Saluran Sekunder

Saluran Sekunder	Q. Eksisting (m³/det)	Dimensi Saluran Eksisting				Z	Kemiringan Eksisting (S)	Dimensi Saluran Rencana			Z	Kemiringan Rencana (S)	(n)	(A)	(P)	(V.sal)	Q. Rencana (m³/det)	keterangan
		bentuk	b. atas	b. bawah	h			b. atas	b. bawah	h								
		saluran	(m)	(m)	(m)			(m)	(m)	(m)								
II3-II2	0,132	Trapezium	1,05	0,57	0,40	0,60	0,00062	1,10	0,60	0,50	0,50	0,00062	0,02	0,425	2,6	0,372	0,158	aman
II4-II5	0,100	Persegi	0,40	0,40	0,50	0,00	0,00159	0,40	0,40	0,55	0,00	0,00159	0,02	0,220	1,5	0,554	0,122	aman
II6-II7	0,104	Persegi	0,50	0,50	0,60	0,00	0,00006	0,70	0,70	1,00	0,00	0,00006	0,02	0,700	2,7	0,157	0,110	aman
II12-II8	0,100	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00140	0,50	0,50	0,55	0,00	0,00140	0,02	0,275	1,6	0,578	0,159	aman
II15-II16	0,159	Persegi	1,00	1,00	0,88	0,00	0,00010	1,00	1,00	0,90	0,00	0,00010	0,02	0,900	2,8	0,235	0,211	aman
II25-II26	0,155	Persegi	0,30	0,30	0,40	0,00	0,00190	0,45	0,45	0,55	0,00	0,00190	0,02	0,248	1,55	0,641	0,159	aman
II30-II31	0,116	Persegi	0,55	0,55	0,70	0,00	0,00011	0,60	0,60	1,00	0,00	0,00011	0,02	0,600	2,6	0,197	0,118	aman
II38-II39	0,071	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00024	0,50	0,50	0,60	0,00	0,00024	0,02	0,300	1,7	0,244	0,073	aman

Tabel 5. 61 Pergantian Dimensi Saluran Tersier

Saluran Tersier	Q. Eksisting (m³/det)	Dimensi Saluran Eksisting				Z	Kemiringan Eksisting (S)	Dimensi Saluran Rencana			Z	Kemiringan Rencana (S)	(n)	(A)	(P)	(V.sal)	Q. Rencana (m³/det)	keterangan
		bentuk	b. atas	b. bawah	h			b. atas	b. bawah	h								
		saluran	(m)	(m)	(m)			(m)	(m)	(m)								
3.5-3.6	0,060	Trapezium	0,80	0,35	0,55	0,41	0,00020	0,80	0,40	0,55	0,36	0,00020	0,02	0,330	2,08	0,207	0,068	aman
3.9-3.10	0,041	Trapezium	0,70	0,50	0,60	0,17	0,00003	0,70	0,60	0,60	0,08	0,00003	0,02	0,390	1,47	0,113	0,044	aman
3.15-3.16	0,047	Trapezium	0,70	0,50	0,60	0,17	0,00008	0,70	0,55	0,60	0,13	0,00008	0,02	0,375	1,55	0,174	0,065	aman
3.17-3.18	0,069	Trapezium	0,80	0,40	0,60	0,33	0,00015	0,80	0,45	0,60	0,29	0,00015	0,02	0,375	1,98	0,202	0,076	aman
3.19-3.20	0,133	Persegi	0,30	0,30	0,40	0,00	0,00055	0,50	0,50	0,70	0,00	0,00055	0,02	0,350	1,90	0,380	0,133	aman
3.21-3.22	0,049	Persegi	0,30	0,30	0,40	0,00	0,00058	0,40	0,40	0,40	0,00	0,00058	0,02	0,160	1,20	0,314	0,050	aman
3.23-3.24	0,065	Persegi	0,30	0,30	0,40	0,00	0,00119	0,40	0,40	0,40	0,00	0,00119	0,02	0,160	1,20	0,450	0,072	aman
3.25-3.26	0,043	Persegi	0,30	0,30	0,40	0,00	0,00062	0,40	0,40	0,40	0,00	0,00062	0,02	0,160	1,20	0,325	0,052	aman
3.62-3.63	0,105	Persegi	1,50	1,50	0,45	0,00	0,00007	1,50	1,50	0,50	0,00	0,00007	0,02	0,750	2,50	0,187	0,141	aman
3.64-3.65	0,231	Trapezium	1,00	0,60	0,70	0,29	0,00030	1,00	0,75	0,70	0,18	0,00030	0,02	0,613	2,06	0,386	0,237	aman

Bersambung

Tabel 5. 62 Lanjutan dari Tabel 5.61

Saluran Tersier	Q. Eksisting	Dimensi Saluran Eksisting				Z	Kemiringan Eksisting	Dimensi Saluran Rencana			Z	Kemiringan Rencana	(n)	(A)	(P)	(V.sal)	Q. Rencana	keterangan
		bentuk	b. atas	b. bawah	h			b. atas	b. bawah	h								
	(m³/det)	saluran	(m)	(m)	(m)		(S)	(m)	(m)	(m)		(S)					(m³/det)	
3.66-3.67	0,039	Persegi	0,40	0,40	0,50	0,00	0,00014	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00014	0,02	0,250	1,50	0,179	0,045	aman
3.54-II42	0,065	Persegi	0,40	0,40	0,50	0,00	0,00054	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00054	0,02	0,250	1,50	0,352	0,088	aman
3.55-II43	0,086	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00069	0,50	0,50	0,55	0,00	0,00069	0,02	0,275	1,60	0,406	0,112	aman
3.54-3.56	0,081	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00018	0,50	0,50	0,75	0,00	0,00018	0,02	0,375	2,00	0,220	0,082	aman
3.68-3.69	0,120	Persegi	0,30	0,30	0,50	0,00	0,00030	0,50	0,50	0,75	0,00	0,00040	0,02	0,375	2,00	0,328	0,123	aman
3.31-3.32	0,062	Trapesium	0,80	0,32	0,55	0,44	0,00022	0,80	0,35	0,55	0,41	0,00022	0,02	0,316	2,17	0,205	0,065	aman
3.35-3.36	0,106	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00074	0,50	0,50	0,60	0,00	0,00074	0,02	0,300	1,70	0,428	0,128	aman
3.45-3.46	0,035	Persegi	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00004	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00004	0,02	0,360	1,80	0,108	0,039	aman
3.49-3.50	0,088	Trapesium	1,10	0,70	0,30	0,67	0,00017	1,10	0,80	0,45	0,33	0,00017	0,02	0,428	2,22	0,218	0,093	aman
3.51-M	0,064	Persegi	0,40	0,40	0,50	0,00	0,00079	0,40	0,40	0,60	0,00	0,00079	0,02	0,240	1,60	0,397	0,095	aman
3.70-3.71	0,065	Persegi	0,50	0,50	0,30	0,00	0,00030	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00030	0,02	0,250	1,50	0,262	0,066	aman

5.4 Alternatif Rencana Tindak Lanjut

Selain permasalahan genangan, pada wilayah studi ada beberapa permasalahan lainnya, yaitu saluran sekunder yang tidak menyambung, dalam waktu yang bersamaan terjadi laut pasang, *retention pond* dipenuhi eceng gondok, dan intensitas hujan yang tinggi terjadi dalam waktu yang lama. Hal itu terjadi dari hasil observasi lapangan.

Dalam menanggapi hal tersebut, ada beberapa alternatif rencana tindak lanjut yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan genangan yang ada dan permasalahan lain yang telah disebutkan sebelumnya, antara lain:

1. Penambahan saluran sekunder pada saluran yang tidak bersambung.
2. Penambahan street inlet pada beberapa titik genangan pada jalan.
3. Penambahan pompa.
4. Pengerukan sedimen *retention pond*.

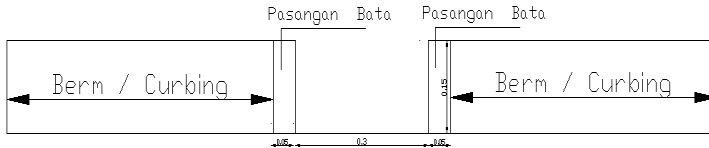
5.4.1 Penambahan Saluran Sekunder

Saluran sekunder yang tidak menemukan titik temu atau buntu direncanakan untuk ditambah sambungannya, saluran sekunder yang akan ditambah yaitu pada depan FTK, tembusan Teknik Kimia – Teknik Industri hingga menemukan long storage. Selain itu, pada daerah Blok J dan NASDAC juga dibutuhkan penambahan saluran sekunder. Termasuk juga gorong-gorong dibutuhkan apabila saluran termasuk melewati jalan yang sudah ada. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar Lampiran 5 Peta Konstruksi Sistem Drainase ITS.

5.4.2 Penambahan Street Inlet

Air hujan yang turun di jalan akan masuk ke saluran drainase melalui *street inlet*. Kondisi eksisting di lapangan menunjukkan bahwa kapasitas saluran pada beberapa titik seperti FTK, Teknik Lingkungan, dan FTI masih mencukupi namun tetap terjadi genangan. Untuk itu, dibutuhkan penambahan street inlet agar air yang menggenang di jalan dapat lebih cepat masuk ke saluran. Penambahan street inlet

memiliki spesifikasi tinggi 15 cm dan panjang 30 cm. Untuk sketsa street inlet dapat dilihat pada Gambar 5.13.



Gambar 5. 13 Sketsa Perencanaan Street Inlet

Street inlet direncanakan diletakkan pada jalan Blok U hingga FTK serta Teknik Informatika, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 2 Peta Konstruksi.

Jarak antar Street Inlet menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D = \frac{280}{W} \sqrt{S}$$

Dimana: D = *Distance* atau jarak antar *street inlet* (m)
 S = *Slope* atau Kemiringan (%), $D \leq 50$ m
 W = Lebar Jalan (m)

Sehingga, akan diketahui berapa jumlah street inlet yang dibutuhkan pada ruas jalan. Contoh perhitungan jarak dan jumlah street inlet yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Jalan Blok U – FTK:

Panjang jalan = 110 m

Lebar jalan = 9 m

Beda kemiringan jalan = 0,0063

Sehingga, $D = \frac{280}{9} \sqrt{0,0063} = 2,5$ m

Street inlet dibuat tipikal dengan ukuran panjang 30 cm dan tebal bata 5 cm.

Dari perhitungan tersebut, bisa didapatkan jumlah street yang dibutuhkan pada Jalan Blok U – FTK, sebagai berikut:

$$\frac{110}{(2,5+0,4)} = 38 \text{ street inlet}$$

Untuk jumlah street inlet yang direncanakan terdapat pada Tabel 5.63.

Tabel 5. 63 Jarak dan Jumlah Street Inlet

Jalan	Panjang Jalan (m)	w (m)	Beda Kemiringan (m)	S	D (m)	P Street Inlet (m)	Jumlah Street Inlet
Blok U - FTK (kiri)	110	9	0,057	0,0063	2,5	0,4	38
Blok U - FTK (kanan)	85	5	0,034	0,0068	4,6	0,4	17
FTK - TC (kiri)	250	6,5	0,025	0,0038	2,7	0,4	81
FTK - TC (kanan)	248	8	0,010	0,0013	1,2	0,4	151
Total							288

5.4.3 Penambahan Pompa

Penambahan pompa digunakan untuk mempercepat aliran serta mengurangi beban saluran dan wadah yang direncanakan. Pada perencanaan kali ini, penulis merencanakan untuk menambah pompa pada Kolam 8. Penambahan pompa pada Kolam 8 dimaksudkan untuk mengurangi air di kolam pada musim hujan disaat tidak hujan, sehingga ketika hujan kolam tersebut dapat digunakan untuk menampung air hujan. Berikut adalah perhitungan untuk kapasitas pompa yang dibutuhkan.

Kapasitas kolam = 19.800 m^3

Kedalaman air kolam = 4 m

Direncanakan kolam dikuras hingga kedalam 3 m.

Direncanakan pengoperasian pompa = 2 jam

Q in dan Q out sama, dikarenakan hanya ada satu saluran pada kolam 8.

Diketahui Q in ketika hujan adalah $3,8 \text{ m}^3/\text{menit}$

Dalam 2 jam, akan menghasilkan volume 450 m^3

Sehingga, kapasitas kolam 8 akan menjadi $19.800 \text{ m}^3 + 450 \text{ m}^3 = 20.250 \text{ m}^3$

Kapasitas kolam pada kedalam 3 m adalah 14.850 m^3

Sehingga volume air yang perlu dikeluarkan adalah $20.250 \text{ m}^3 - 14.850 \text{ m}^3 = 5.400 \text{ m}^3$

Dalam waktu 2 jam, kapasitas pompa yang dibutuhkan adalah $2700 \text{ m}^3/\text{jam} = 750 \text{ L/detik}$.

5.4.4 Pengerukan Sedimen *Retention Pond*

ITS memiliki sekitar kurang lebih 35.178 m^2 luas *retention pond* (kolam) yang tersebar di berbagai wilayah ITS. Kolam-kolam tersebut dapat dimanfaatkan sebagai panampungan air hujan sebelum memasuki saluran, agar saluran tidak cepat penuh dan lebih ekonomis. Selain itu, air dari kolam tersebut dapat dimanfaatkan untuk menjaga kualitas air tanah, sebagai cadangan air tanah, dan dapat mencegah intrusi air laut. Berikut adalah daftar dari kolam yang ada di ITS dapat dilihat pada Tabel 5.64.

Tabel 5. 64 Kolam ITS

Nama Kolam	Luas Kolam	h Kolam	Kapasitas Kolam
	(m^2)	(m)	(m^3)
Kolam 8	4950	4	19800
Kolam Utara	3380	2	6760
Kolam Selatan	4172	2	8344
Kolam Graha 1	4399	3	13197
Kolam Graha 2	851	1	851
Kolam FMIPA	1227	1	1227
Kolam Teknik Informatika	1970	1,5	2955
Kolam Despro	2662	1,5	3993
Kolam Blok J	2300	2,5	5750
Kolam Blok R	1365	2,5	3412,5
Kolam Blok T	1965	2,5	4912,5
Kolam Manajemen Bisnis	3898	2	7796
Kolam Geomatika-PascaSarjana	587	1	587
Kolam Geomatika-Despro	1452	1	1452
Total	35178		81037

Sehingga, kolam-kolam tersebut direkomendasikan untuk dilakukan pengerukan pada sedimen agar kapasitas saluran bertambah serta muka air turun, serta ditambah pompa agar air di kolam tersebut tidak selalu penuh pada musim hujan dan dapat dimanfaatkan untuk menampung air hujan.

5.5 Operation and Maintenance Sistem Drainase

Operasi dan perawatan dapat menjaga kualitas dan umur bangunan yang ada dan direncanakan. Operasi secara definisi adalah pengaturan bangunan untuk memanfaatkan prasarana drainase secara optimal. Pemeliharaan secara definisi adalah usaha untuk menjaga fungsi drainase selama mungkin sesuai waktu pelayanan yang direncanakan. Perawatan rutin yang dapat dilakukan adalah:

1. Pengerukan sedimen pada saluran dan *rention pond* yang ada wilayah ITS.
2. Membersihkan material yang ada pada jalur masuk *street inlet*.
3. Membersihkan sampah, tanaman dan eceng gondok yang ada di saluran drainase.

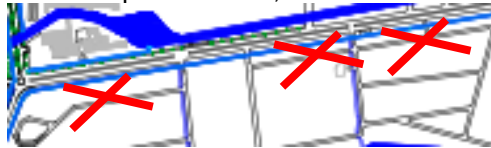
5.5.1 Alternatif Pengerukan

Pengerukan sedimen merupakan salah satu rencana lanjut yang menjadi prioritas untuk mengoptimalkan saluran dan kolam yang ada dalam menampung debit limpasan hujan. berikut merupakan dokumentasi pengerukan yang dilakukan oleh SARPRAS ITS.



Gambar 5. 14 Hasil Observasi Pengerukan Saluran ITS

Berdasarkan wawancara penulis dengan staff Direktorat Perencanaan dan Pengelolaan Sarana dan Prasarana (SARPRAS), pada tahun 2015 dilakukan pengerukan sedimen yang dilakukan pada 3 kolam, yaitu kolam Blok J, kolam Blok R, dan kolam Blok R, ketiga kolam tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.15. Kolam 1 memiliki kapasitas 5750 m^3 , Kolam 2 memiliki kapasitas $3412,5 \text{ m}^3$, dan Kolam 3 memiliki kapasitas $4912,5 \text{ m}^3$.



Gambar 5. 15 Letak Kolam Pengerukan

Dari pengerukan ketiga kolam tersebut, didapatkan sedimen sebanyak 728 m^3 . Sedimen hasil pengerukan tersebut dapat dijadikan untuk menimbun sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), dapat dijadikan urug lahan agar terbebas dari banjir, dan dapat dijadikan pupuk tanaman karena kaya akan zat organik. Dari pihak ITS, sedimen tersebut dijadikan taman seperti Gambar 5.16 berikut:



Gambar 5. 16 Pemanfaatan Sedimen Menjadi Taman

Menurut data yang penulis dapatkan dari SARPRAS, ITS memiliki kurang lebih *retention pond* dengan luas 35.178 m^2 dengan kapasitas total 81.037 m^3 . Sehingga dapat

disimpulkan dengan menggunakan perbandingan di atas, setiap tahunnya, ITS dapat mengeruk 4191,5 m³ sedimen.

5.5.2 Pembersihan Street Inlet

Street inlet merupakan jalur masuknya air genangan pada jalan agar dapat memasuki saluran drainase. Namun, pada kenyataan kondisi eksisting masih banyak street inlet pada wilayah ITS yang tidak bersih, terhalang daun, terhalang pasir, dan terhalang material lainnya. Jalan-jalan yang memiliki street inlet namun tidak terawat adalah pada sepanjang Jalan Teknik Lingkungan hingga Rektorat, Jalan Biologi hingga FTI, dan Jalan Asrama hingga GOR Badminton.

Sehingga, dibutuhkan pengecekan secara rutin pada street inlet eksisting agar pada saat musim hujan, air genangan pada jalan akan mudah untuk memasuki saluran drainase. Direkomendasikan untuk melakukan pengecekan rutin setiap bulan, bila street inlet terhalang oleh daun, pasir dan material lainnya disarankan agar segera dibersihkan sehingga bila hujan datang dapat dengan segera mengalirkan air genangan pada jalan. Berikut adalah salah satu contoh street inlet yang kurang terawat pada Gambar 5.17.



Gambar 5. 17 Street Inlet Kurang Terawat

5.5.3 Pembersihan Sampah, Tanaman, dan Eceng Gondok di Saluran Drainase

Drainase sebagai tempat penampungan air akan lebih baik ketika bersih dan digunakan sebagai wadah air saja. Namun, kondisi eksisting masih banyak saluran yang terdapat sampah, daun, dan eceng gondok. Material-material tersebut akan mempengaruhi kapasitas saluran, kecepatan aliran air di saluran drainase, pemompaan air yang tidak lancar, dll.

Direkomendasikan untuk melakukan pembersihan pada saluran agar pada saat hujan datang, saluran dapat menampung air lebih optimal. Setiap satu bulan saluran harus diperiksa dan dibersihkan bila ada material tersebut. Agar memudahkan pengumpulan sampah dan eceng gondok, direkomendasikan untuk menambah *bar screen* pada tiap ujung saluran, sehingga sampah dan eceng gondok akan tertahan dan pada pengambilan tiap bulan akan lebih mudah. Berikut adalah contoh saluran yang dipenuhi sampah, tanaman, dan eceng gondok.



Gambar 5. 18 Saluran Penuh dengan Sampah



Gambar 5. 19 Saluran Penuh dengan Eceng Gondok

Menurut hasil survey yang penulis lakukan, ketika eceng gondok sedang *booming* di saluran ITS, dapat menempati area sebanyak 3.463 m². Hal tersebut yang dapat memperlambat aliran air dan kinerja pompa.

Dari beberapa penjelasan tersebut, penulis membuat *Standard Operating Procedure* mengenai operasi dan pemeliharaan sistem drainase ITS, ditunjukkan pada Tabel 5.65. Tabel 5. 65 Operasi dan Pemeliharaan Sistem Drainase ITS

No.	Elemen Sistem Drainase	Operasi	Pemeliharaan
1.	Kolam (<i>Retention Pond</i>)	<u>Bulanan</u> Mencatat Elevasi air maksimum	<u>Tahunan</u> Pengerukan sedimen
2.	Street Inlet		<u>Bulanan</u> Pembersihan rutin material
3.	Saluran Drainase		<u>Bulanan</u> Pembersihan rutin eceng gondok, sampah, sedimen, dan tanaman di sekitar saluran. <u>Tahunan</u> Pengerukan sedimen

5.6 Perhitungan BOQ dan RAB

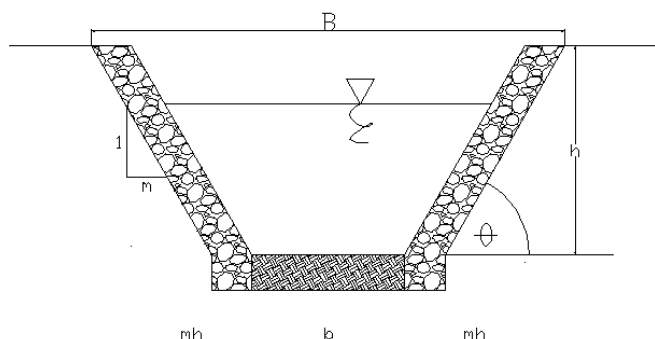
Pada tugas akhir ini yang berjudul “Evaluasi Sistem Drainase dan Pengendalian Genangan Air di Kampus dan Perumahan ITS Surabaya” diketahui timbulnya genangan wilayah studi disebabkan beberapa faktor, antara lain faktor alami dan faktor teknis.

Faktor alami terjadinya genangan yaitu laut pasang dan curah hujan yang tinggi yang terjadi dalam waktu bersamaan, sedangkan faktor teknis terjadinya genangan disebabkan karena masih ada saluran sekunder yang tidak terhubung atau buntu sehingga menyebabkan air mengalir ke badan jalan, selain itu arah aliran yang tidak sesuai juga menyebabkan air mengalir berbeda dari yang diperkirakan, serta dimensi saluran yang tidak memenuhi untuk menampung debit yang masuk. Diperlukan juga penambahan street inlet pada daerah Blok U, FTK hingga robotika. Dibutuhkan juga pengerukan rutin agar kecepatan aliran semakin cepat dan menampung air lebih banyak.

Dari hasil analisis penyebab timbulnya genangan diketahui perlu dilakukan beberapa tindak lanjut, acuan nilai harga mengacu pada Lampiran II Keputusan Walikota Surabaya, Harga Satuan Pokok kegiatan, 2016.

5.6.1 BOQ dan RAB Saluran Baru

Direncanakan ditambah saluran baru pada beberapa titik, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran Gambar 2. Volume pasangan batu kali dan galian diperoleh dari hasil perhitungan kemudian dikalikan dengan nilai HSPK sesuai dengan kegiatan pekerjaan. Sketsa Saluran baru yang direncanakan dapat dilihat pada Gambar 5.20.



Gambar 5. 20 Sketsa Saluran Baru

Dimensi saluran baru dibuat tipikal mengikuti dengan saluran sekunder yang ada di ITS. Saluran baru yang direncanakan dapat dilihat pada Tabel 5.66.

Tabel 5. 66 Rencana Saluran Baru ITS

Lokasi	Kode	Bentuk	Ld (m)	B (m)	b (m)	h (m)
Blok J - Minimarket	A	Trapeسيوم	226	1,3	1	1
Kolam 8	B	Trapeسيوم	95	1,3	1	1
Blok R	C	Trapeسيوم	137	1,3	1	1
FTK - TI	D	Trapeسيوم	171	1,3	1	1
RC - FTK	E	Trapeسيوم	192	1,3	1	1
BPPT	F	Trapeسيوم	22	1,3	1	1
NASDAC-Primer	G	Trapeسيوم	435	1,3	1	1

Berikut adalah contoh perhitungan BOQ saluran drainase untuk saluran A:

$$\begin{aligned}
 & - \text{Free board} = 0,3 \text{ m} \\
 & - h = 1 \text{ m} \\
 & - b = 1 \text{ m} \\
 & - Ld = 226 \text{ m} \\
 & - B = 1,3 \\
 & - B \text{ dengan pasangan batu} = 1,3 \text{ m} + 2(0,3 \text{ m}) \\
 & \quad = 1,9 \text{ m} \\
 & - \text{Volume Galian} \\
 & = \{0,5 \times (B + (b + 0,6)) \times h \times Ld\} + \{(b + 0,6) \times 0,3 \times Ld\} \\
 & = \{0,5 \times (1,9 \text{ m} + 1,6 \text{ m}) \times 1 \text{ m} \times 226 \text{ m}\} + \{(1,6 \text{ m}) \times 0,3 \text{ m} \times 226 \text{ m}\} \\
 & = 395,5 \text{ m}^3 + 108,5 \text{ m}^3 = 504 \text{ m}^3 \\
 & - \text{Volume Batu} \\
 & = 504 \text{ m}^3 - \{[0,5 \times (1,3 \text{ m} + 1 \text{ m}) \times 1 \text{ m} \times 226 \text{ m}] + [1 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \times 226 \text{ m}]\} \\
 & = 504 \text{ m}^3 - (259,9 \text{ m}^3 + 67,8 \text{ m}^3) \\
 & = 176 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan BOQ untuk saluran baru dapat dilihat pada Tabel 5.67.

Tabel 5. 67 BOQ Saluran Baru ITS

Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
A	Galian Drainase	Vol. Tanah	504	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	176	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
B	Galian Drainase	Vol. Tanah	212	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	74	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
C	Galian Drainase	Vol. Tanah	306	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	107	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
D	Galian Drainase	Vol. Tanah	381	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	133	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
E	Galian Drainase	Vol. Tanah	428	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	150	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
F	Galian Drainase	Vol. Tanah	49	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	17	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
G	Galian Drainase	Vol. Tanah	970	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	339	m ³

Sehingga, dari perhitungan BOQ di atas, dapat diketahui Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pembuatan saluran baru. RAB pembuatan saluran baru dapat dilihat pada Tabel 5.68.

Tabel 5. 68 RAB Saluran Baru ITS

Kegiatan	Satuan	Nilai	Nilai HSPK	Harga
Galian Drainase	m ³	2.850	87.550,00	Rp249.512.247

Bersambung

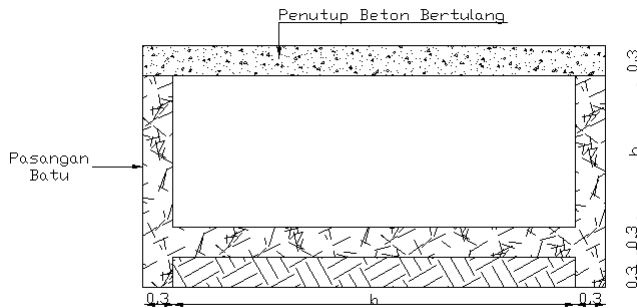
Tabel 5. 69 Lanjutan dari Tabel 5.68

Kegiatan	Satuan	Nilai	Nilai HSPK	Harga
Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	m ³	997	1.204.757,50	Rp1.200.950.466
Total				Rp1.450.462.713

Sehingga, didapatkan harga untuk pembuatan saluran baru yang direncanakan senilai Rp1.450.462.713

5.6.2 BOQ dan RAB Gorong-gorong

Gorong-gorong direncanakan diletakkan pada saluran yang terpisah oleh jalan, sehingga ketika gorong-gorong diaplikasikan aliran air kedua saluran akan menyambung. Perencanaan letak gorong-gorong dapat dilihat lebih pada Peta Konstruksi pada Gambar Lampiran 5. Sketsa gorong-gorong dapat dilihat pada Gambar 5.21.



Gambar 5. 21 Sketsa Gorong-gorong ITS

Dimensi gorong-gorong mengikuti dengan dimensi saluran di sekitarnya. Berikut adalah gorong-gorong yang direncanakan di ITS dapat dilihat pada Tabel 5.50.

Tabel 5. 70 Perencanaan Gorong-gorong ITS

Lokasi	Kode	Ld (m)	b (m)	h (m)
Blok J	A	5	1,5	1,5
Blok R	B	11	1	1

Bersambung

Tabel 5. 71 Lanjutan dari Tabel 5.70

Lokasi	Kode	Ld (m)	b (m)	h (m)
Blok T	C	9	1	1
FTK 1	D	14	1	1
FTK 2	E	8	1	1
BPPT 1	F	4	1	1
BPPT 2	G	6	1	1
NASDAC	H	16	1	1

Berikut adalah contoh perhitungan BOQ Gorong-gorong pada Lokasi A:

Ld = 5 m

b = 1,5 m

h = 1,5 m

tebal beton = 0,30 m

tebal pasangan batu = 0,30 m

h total = 1,5 m + 0,3 x 3 = 2,4 m

b total = 1,5 m + 0,3 x 2 = 2,1 m

Maka dapat dihitung volume galian tanah sebagai berikut:

Pembongkaran Paving

= Ld x b

= 5 m x 1,5 m = 7,5 m²

Volume galian

= h total x b total x Ld

= 2,4 m x 2,1 m x 5 m

= 25 m³

Volume beton

= 0,3 m x 2,1 m x 5 m

= 3,15 m³

Volume Pasangan Batu

= 25 m³ - 3,15 m³ - (1,5 m x 0,3 m x 5 m)

= 19,8 m³

Berikut adalah Perhitungan dari gorong-gorong yang direncanakan di ITS dapat dilihat pada Tabel 5.72.

Tabel 5. 72 BOQ Gorong-gorong Rencana ITS

Gorong-gorong	Pekerjaan	Hasil Analisa		
A	Pembongkaran Paving Dipakai Kembali	A. Paving	7,5	m ²
	Galian Drainase	Vol. Tanah	25	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol.Batu	19,8	m ³
	Pekerjaan Balok Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)	Vol. Beton	3,15	m ³
Gorong-gorong	Pekerjaan	Hasil Analisa		
B	Pembongkaran Paving Dipakai Kembali	A. Paving	11,0	m ²
	Galian Drainase	Vol. Tanah	33	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol.Batu	28,22	m ³
	Pekerjaan Balok Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)	Vol. Beton	1,92	m ³
Gorong-gorong	Pekerjaan	Hasil Analisa		
C	Pembongkaran Paving Dipakai Kembali	A. Paving	9,0	m ²
	Galian Drainase	Vol. Tanah	27	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol.Batu	20,34	m ³
	Pekerjaan Balok Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)	Vol. Beton	4,32	m ³
Gorong-gorong	Pekerjaan	Hasil Analisa		
D	Pembongkaran Paving Dipakai Kembali	A. Paving	14,0	m ²
	Galian Drainase	Vol. Tanah	43	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol.Batu	31,64	m ³
	Pekerjaan Balok Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)	Vol. Beton	6,72	m ³
Gorong-gorong	Pekerjaan	Hasil Analisa		
E	Pembongkaran Paving Dipakai Kembali	A. Paving	8,0	m ²
	Galian Drainase	Vol. Tanah	24	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol.Batu	18,08	m ³

Bersambung

Tabel 5. 73 Lanjutan dari Tabel 5.72

Gorong-gorong	Pekerjaan	Hasil Analisa		
E	Pekerjaan Balok Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)	Vol. Beton	3,84	m ³
Gorong-gorong	Pekerjaan	Hasil Analisa		
F	Pembongkaran Paving Dipakai Kembali	A. Paving	4,0	m ²
	Galian Drainase	Vol. Tanah	12	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol.Batu	9,04	m ³
	Pekerjaan Balok Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)	Vol. Beton	1,92	m ³
Gorong-gorong	Pekerjaan	Hasil Analisa		
G	Pembongkaran Paving Dipakai Kembali	A. Paving	6,0	m ²
	Galian Drainase	Vol. Tanah	18	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol.Batu	13,56	m ³
	Pekerjaan Balok Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)	Vol. Beton	2,88	m ³
Gorong-gorong	Pekerjaan	Hasil Analisa		
H	Pembongkaran Paving Dipakai Kembali	A. Paving	16,0	m ²
	Galian Drainase	Vol. Tanah	49	m ³
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol.Batu	36,16	m ³
	Pekerjaan Balok Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)	Vol. Beton	7,68	m ³

Dari perhitungan BOQ tersebut, dapat diketahui RAB dari pekerjaan rencana Gorong-gorong di ITS dapat dilihat pada Tabel 5.74.

Tabel 5. 74 BOQ dan RAB Pekerjaan Gorong-gorong

Kegiatan	Satuan	Nilai	Nilai HSPK	Harga
Pembongkaran Paving Dipakai Kembali	m ²	76	7.560,00	Rp570.780
Galian Drainase	m ³	232	87.550,00	Rp20.304.596

Bersambung

Tabel 5. 75 Lanjutan dari Tabe; 5.74

Kegiatan	Satuan	Nilai	Nilai HSPK	Harga
Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	m ³	177	1.204.757,50	Rp213.049.316
Pekerjaan Balok Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)	m ³	32	7.120.530,00	Rp230.918.788
Total				Rp464.843.480

5.6.3 BOQ dan RAB Penambahan Street Inlet

Seperti dijelaskan pada sub bab 5.4.2, mengenai penambahan street inlet. Untuk lokasi lebih jelas dapat dilihat pada Gambar Lampiran 5 Peta Konstruksi. Contoh perhitungan BOQ Street Inlet adalah sebagai berikut:

P street inlet = 30 cm tambah tebal batu bata kedua sisi 10 cm, sehingga total panjang street inlet = 40 cm.

Tinggi street inlet = 15 cm

Ukuran 1 press batu bata = (30 x 15 x 5) cm

Sehingga didapatkan, $A = 0,06 \text{ m}^2$ untuk 1 street inlet.

Penggalian tanah = $A \times L$ ke saluran = $0,06 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} = 0,06 \text{ m}^3$

Selanjutnya, dengan panjang ke saluran 1 m, dibutuhkan 5 batu bata. Berikut adalah perhitungan BOQ dan RAB untuk Street Inlet baru ITS, dapat dilihat pada Tabel 5.56.

Tabel 5. 76 BOQ dan RAB Street Inlet ITS

Kegiatan	Satuan	Nilai	Nilai HSPK	Harga
Bongkar Paving	m ²	0,06	3.780,00	Rp226,80
Penggalian Tanah Biasa Untuk Konstruksi	m ³	0,06	86.450,00	Rp5.187,00
Pemasangan Batu Bata Merah	Press	5,00	140.000,00	Rp700.000,00
Total				Rp705.413,80
Total 288 Street Inlet				Rp203.159.174,40

5.6.4 BOQ dan RAB Penambahan Plengsengan Saluran

Terdapat saluran yang perlu untuk ditambah plesir (pasangan batu) karena saluran tersebut masih berbentuk

tanah, jika dibiarkan, hal ini akan menyebabkan penggerusan tanah dalam waktu panjang (*land subsidence*), serta dengan ditambahnya plengsengan akan mempercepat aliran air pada saluran drainase. Lokasi saluran berada di debalakang Departemen Teknik Industri hingga Departemen Teknik Material Metalurgi dan melewati sawah. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Peta Konstruksi Gambar Lampiran 5. Dengan kondisi eksisting saluran memiliki lebar atas 3 m, sehingga dapat direncanakan bentuk saluran seperti pada Tabel 5.77.

Tabel 5. 77 BOQ Penambahan Plengsengan pada Saluran

Saluran	bentuk	Ld	B (m)	b (m)	h (m)	θ	Volume Galian (m ³)	Volume Batu (m ³)
L-K	Trapesium	273,35	3	2	2	60°	0	415,5

Sehingga, dari data tersebut dapat diketahui RAB yang dibutuhkan untuk menambah plengsengan pada saluran yang direncanakan. Perhitungan penambahan plesir dapat dilihat pada Tabel 5.78.

Tabel 5. 78 RAB Penambahan Plengsengan pada Saluran

Kegiatan	Satuan	Nilai	Nilai HSPK	Harga
Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	m ³	415	1.158.738,00	Rp481.443.023
Total				Rp481.443.023

5.6.5 BOQ dan RAB Ganti Dimensi Saluran

Berikut adalah perhitungan dari BOQ dan RAB pergantian dimensi saluran yang tidak memenuhi debit eksisting.

Tabel 5. 79 BOQ Pekerjaan Pergantian Dimensi Saluran Sekunder

Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
II3-II2	Galian Drainase	Vol. Tanah	3	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	17	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	8,1	m ²

Bersambung

Tabel 5. 80 Lanjutan dari Tabel 5.79

II3-II2	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	117,6	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
II4-II5	Galian Drainase	Vol. Tanah	0	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	11	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	117,8	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
II6-II7	Galian Drainase	Vol. Tanah	9	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	44	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	14,4	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	93,6	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
II12-II8	Galian Drainase	Vol. Tanah	0	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	14	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	167,8	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
II15-II16	Galian Drainase	Vol. Tanah	0	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	6	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	393,1	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
II25-II26	Galian Drainase	Vol. Tanah	11	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	42	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	28,2	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	108,7	m ³

Bersambung

Tabel 5. 81 Lanjutan dari Tabel 5.80

Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
II30-II31	Galian Drainase	Vol. Tanah	19	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	187	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	27,5	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	658,8	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
II38-II39	Galian Drainase	Vol. Tanah	0	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	20	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	132,1	m ³

Tabel 5. 82 RAB Pergantian Dimensi Saluran Sekunder

Kegiatan	Satuan	Nilai	Nilai HSPK	Harga
Galian Drainase	m ³	42	87.550,00	Rp3.654.787
Pengerukan Saluran (manual)	m ³	340	82.809,60	Rp28.157.866
Pembongkaran Dinding Saluran	m ²	78	117900,00	Rp9.219.485
Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	m ³	1.789	1.204.757,50	Rp2.155.876.706
Total				Rp2.196.908.844

Tabel 5. 83 BOQ Pergantian Dimensi Saluran Tersier

Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.5-3.6	Galian Drainase	Vol. Tanah	2	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	0	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	95,3	m ³

Bersambung

Tabel 5. 84 Lanjutan dari Tabel 5.83

Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.9-3.10	Galian Drainase	Vol. Tanah	4	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	0	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	106,9	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.15-3.16	Galian Drainase	Vol. Tanah	2	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	0	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	104,1	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.17-3.18	Galian Drainase	Vol. Tanah	1	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	0	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	80,7	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.19-3.20	Galian Drainase	Vol. Tanah	10	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	63	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	24,9	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	95,9	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.21-3.22	Galian Drainase	Vol. Tanah	4	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	0	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	10,1	m ²

Bersambung

Tabel 5. 85 Lanjutan dari Tabel 5.86

3.21-3.22	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	40,2	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.23-3.24	Galian Drainase	Vol. Tanah	4	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	0	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	10,8	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	43,1	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.25-3.26	Galian Drainase	Vol. Tanah	2	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	0	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	4,9	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	19,4	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.62-3.63	Galian Drainase	Vol. Tanah	0	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	7	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	146,6	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.64-3.65	Galian Drainase	Vol. Tanah	6	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	0	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	108,9	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.66-3.67	Galian Drainase	Vol. Tanah	7	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	0	m ³

Bersambung

Tabel 5. 86 Lanjutan dari Tabel 5.85

3.66-3.67	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	13,3	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	73,2	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.54-II42	Galian Drainase	Vol. Tanah	9	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	0	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	18,2	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	99,9	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.55-II43	Galian Drainase	Vol. Tanah	0	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	8	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	99,9	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.54-3.56	Galian Drainase	Vol. Tanah	0	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	35	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	116,9	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.68-3.69	Galian Drainase	Vol. Tanah	16	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	88	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	31,5	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	129,8	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.31-3.32	Galian Drainase	Vol. Tanah	2	m ³

Bersambung

Tabel 5. 87 Lanjutan dari Tabel 5.86

Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.31-3.32	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	0	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	145,1	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.35-3.36	Galian Drainase	Vol. Tanah	0	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	18	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	120,9	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.45-3.46	Galian Drainase	Vol. Tanah	19	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	45	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	37,4	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	269,6	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.49-3.50	Galian Drainase	Vol. Tanah	7	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	75	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	304,3	m ³
Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.51-M	Galian Drainase	Vol. Tanah	0	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	19	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	117,3	m ³

Bersambung

Tabel 5. 88 Lanjutan dari Tabel 5.87

Saluran	Pekerjaan	Hasil Analisa		
3.70- 3.71	Galian Drainase	Vol. Tanah	0	m ³
	Pengerukan Saluran (manual)	Vol. Tanah	18	m ³
	Pembongkaran Dinding Saluran	A. Dinding	0,0	m ²
	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	Vol. Batu	48,0	m ³

Tabel 5. 89 RAB Pergantian Dimesi Saluran Tersier

Kegiatan	Satuan	Nilai	Nilai HSPK	Harga
Galian Drainase	m ³	93	87.550,00	Rp8.120.580
Pengerukan Saluran (manual)	m ³	376	82.809,60	Rp31.107.780
Pembongkaran Dinding Saluran	m ²	151	117900,00	Rp17.801.761
Pekerjaan Pemasangan Batu Kali	m ³	2.285	1.204.757,50	Rp2.753.143.051
Total				Rp2.810.173.171

5.6.6 RAB Operation and Maintenance

1. Pembersihan eceng gondok

Berikut adalah perhitungan dari Rencana Anggaran Biaya yang dilakukan untuk membersihkan eceng gondok, dapat dilihat pada Tabel 5.90.

Tabel 5. 90 RAB Pembersihan Eceng Gondok

Kegiatan	Satuan	Nilai	Nilai HSPK	Harga
Pembersihan Saluran	m ²	3.463	6.764	Rp23.423.732

2. Pengerukan Sedimen Kolam

Berikut adalah perhitungan dari Rencana Anggaran Biaya yang dilakukan untuk membersihkan sedimen pada kolam, dapat dilihat pada Tabel 5.91.

Tabel 5. 91 RAB Pengerukan Sedimen Kolam

Kegiatan	Satuan	Nilai	Nilai HSPK	Harga
Pengerukan Saluran (manual)	m ³	838	82.809,60	Rp69.418.786

Bersambung

Tabel 5. 92 Lanjutan dari Tabel 5.91

Kegiatan	Satuan	Nilai	Nilai HSPK	Harga
Pengerukan Saluran (manual)	m ³	838	82.809,60	Rp69.418.786
Pengerukan Saluran (alat berat)	m ³	3353,18	91.014,00	Rp305.185.938
Angkutan Pembersihan Saluran	m ³	4191	93.948,00	Rp393.780.195
Total				Rp768.384.919

5.7 Kajian Alternatif Pemilihan Sistem Drainase

Dalam evaluasi sistem drainase ITS pada Tugas Akhir ini tidak sepenuhnya mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12 / PRT / M / 2014, dikarenakan:

1. Sumur Resapan tidak diperhitungkan secara rinci, evaluasi, dan rencanakan dikarenakan Sumur Resapan adalah inventarisasi privasi dimana bukan tanggung jawab dari pihak ITS untuk menyediakannya, namun tiap individu pemilik rumah yang seharusnya menyediakan sendiri. Tidak ingin pemilik rumah dalam membangun Sumur Resapan dikarenakan biaya yang mahal dan tersedianya air PDAM sebagai pemenuh kebutuhan sehari-hari.
2. Kolam Tandon tidak terdapat di ITS karena Kolam Tandon membutuhkan wilayah yang luas serta biaya yang mahal, dalam operasi dan perawatan juga harus secara rutin dan mahal, sehingga pembangunan Kolam Tandon tidak diprioritaskan.
3. Kolam Retensi tersebar di berbagai wilayah ITS dengan luas yang berbeda-beda, dalam evaluasi ini Kolam Retensi direkomendasikan untuk dikeruk setiap tahunnya dan ditambah pompa agar dapat menurunkan volume air pada Kolam Retensi yang direncanakan.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari Hasil analisis dan pembahasan mengenai Sistem Drainase ITS, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penyebab terjadinya genangan pada wilayah ITS adalah:
 - a) Pada wilayah FTK adanya saluran yang tidak menyambung, sehingga dibutuhkan penambahan saluran serta penambahan street inlet agar air pada jalanan dapat masuk ke saluran.
 - b) Pada wilayah Teknik Lingkungan hingga Arsitektur perlu dilakukan penggalian pada dasar saluran agar arah aliran mengarah pada arah aliran rencana yaitu pada saluran primer depan.
 - c) Diperlukan penambahan saluran sekunder dan gorong-gorong pada FTK dan bozem utara agar air semakin cepat mengalir dan mengurangi genangan pada jalan.
2. Biaya yang dibutuhkan dalam evaluasi sistem drainase ITS adalah sebesar Rp. 8.417.919.658.
3. Perlu dilakukan pengerukan sedimen pada kolam-kolam yang ada di ITS, pembersihan street inlet sebagai akses masuk air pada saluran drainase, dan pembersihan eceng gondok, sampah, dan tanaman pada saluran-saluran di ITS.

6.2 Saran

1. Perlu diperhatikan dan diperhitungkan daerah di ITS yang masih tidak digunakan atau lahan kosong, bila suatu hari dirubah menjadi rencana pembangunan maka harus dipertimbangkan kapasitas saluran dan saluran outlet sistem drainase yang ada.
2. Diperhitungkan jumlah sampah yang ada di saluran ITS dan bagaimana hal tersebut mempengaruhi kecepatan aliran, kapasitas sistem drainase ITS.
3. Pada *retention pond* utara, yang berdekatan dengan Kali Dami, Pakuwon City, dan Rumah Pompa Mulyorejo tidak memiliki saluran outlet yang cukup, sehingga perlu

- direncanakan gorong-gorong pada bawah jalan agar air dapat dengan langsung mengalir pada Kali Dami.
4. Diupayakan setiap gedung dan perumahan diberikan talang dan ground reservoir, pada kenyataan sekarang setiap gedung dan perumahan memiliki talang, namun air dari talang tersebut keluar menuju saluran drainase. Maka perlu air dari talang ditampung pada ground reservoir agar air yang membebani saluran berkurang, dan air yang tertampung di ground reservoir dapat dimanfaatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Sitanala. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung: Penerbit IPB (IPB Press)
- Bandung Urban Drainage Development Project. 1996. "*Drainage Design for Bandung*". Bandung, Indonesia.
- Basuki, Winarsih, Iis, dan Adhyani, Noor Laily. 2009. "*Analisis Periode Ulang Hujan Maksimum Dengan Berbagai Metode*", Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika. J.Agromet 23 (2): 76-92, 2009.
- Bonnier, 1980. *Probability Distribution and Probability Analysis*, DPMA, Bandung.
- Chow, V.T., dan E. V. Nensi Rosalina, 1997, "*Hidrolika Saluran Terbuka*", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hartati A, Salami, Wijaya, Sijoatmodjo. 2002. "*Pengelolaan Sistem Drainase Dan Penyaluran Air Limbah*", Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Bandung.
- Lampiran II keputusan Walikota Surabaya. 2016. "Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK)".
- Linsley, Ray K, Franzin, Joseph B, 1991, "*Teknik Sumber Daya Air 2*", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Masduki, H. M, 1988, "*Drainase Pemukiman*", Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Metcalf & Eddy. 2014. "*Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery, Fifth Edition (Volume 1)*". McGraw-Hill International Edition.
- McCuen, R. H., 1989. "*Hydrologic Analysis and Design*". Prentice Hall, Englewood Cliffs. NJ.
- Pariata, Putu Gustave Suriantara. 2012. "Analisis Pola Penempatan dan Jumlah Stasiun Hujan Berdasarkan Persamaan Kaga Pada DAS Keduang Waduk Wonorigi". Jurnal Ilmiah Teknik Sipil. Vol. 16, No. 1, Januari 2012
- PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM REPUBLIK INDONESIA NOMOR 12 / PRT / M / 2014.
- Peta Obyek Sewa dan luasan Sertipikat Tanah Kampus ITS. 2016.
- Riastika, Meyra. 2012. "*Pengelolaan Air Tanah Berbasis Konservasi di Recharge Area Boyolali (Studi Kasus*

- Recharge Area Cepogo, Boyolali, Jawa Tengah*)". ISSN 1829-8907. Volume 9, Issue 2: 86-97 (2012).
- Soewarno. 1995. "*Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Jilid 2.*" Bandung. Indonesia.
- Soleh, Mochammad. 2016. Masalah Banjir yang melanda Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, <URL:<https://www.youtube.com/watch?v=K8mm4IXwtFM>>
- Standar Nasional Indonesia. Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus dan Pelampung. SNI 8066:2015.
- Sugeng. 2017. Bentuk Saluran Tertutup, <URL:<https://blorastudio.blogspot.co.id/2015/03/bentuk-konstruksi-drainsae.html>>
- Subarkah Ir. 1980. "*Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*". Ide Dharma, Bandung. Indonesia.
- Suharyanto, Agus. 2013. "DESAIN STREET INLET BERDASARKAN GEOMETRI JALAN RAYA". Jurnal Rekayasa Sipil / Volume 7, No.3 – 2013 ISSN 1978 – 5658.
- Suripin. 2004. "*Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*". Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Takeda, Kentaku dan Sosrodarsono, Suyono. 1993, "*Hidrologi Untuk Pengairan*", PT Aredya Paramita, Jakarta.
- UPT PSAWS Buntung Peketingan. 2016. "Laporan Data Curah Hujan Stasiun Kota Surabaya Tahun 2007 – 2016". Surabaya. Indonesia.

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Peta Tata Guna Lahan Sistem Drainase ITS
LAMPIRAN 2	Peta Blok Pelayanan Sistem Drainase ITS
LAMPIRAN 3	Potongan Melintang Saluran Primer, Sekunder, dan Tersier Sistem Drainase ITS
LAMPIRAN 4	Potongan Memanjang Saluran Primer , Sekunder, dan Tersier Sistem Drainase ITS
LAMPIRAN 5	Peta Konstruksi Sistem Drainase ITS
LAMPIRAN 6	Peta Genangan Sistem Drainase ITS Tahun 2017
LAMPIRAN 7	Kondisi Eksisting Sistem Drainase ITS
LAMPIRAN 8	Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK)
LAMPIRAN II KEPUTUSAN WALIKOTA SURABAYA	



FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : ELDO FIKRI ALVIN
NPM : 3313100086
Judul : EVALUASI SISTEM DRAINASE DAN PENGENDALIAN GENANGAN AIR
DI KAMPUS DAN PERUMAHAN ITS SURABAYA

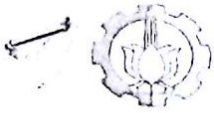
No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Gambar yang Peta kurang besar	} sudah direvisi sesuai permintaan
2.	Perbaiki rumus yang ada Cs nya	

Dosen Pembimbing,

Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.E., Ph.D

Mahasiswa Ybs, 22 Juli 2017

ELDO FIKRI ALVIN



UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2016/2017

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis, 6 Juli 2017

Pukul : 13.00 - 15.00

Lokasi : TL 101

Judul : EVALUASI SISTEM DRAINASE DAN PENGENDALIAN GENANGAN AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN ITS SURABAYA

Nama : Eldo Fikri Alvin

NRP. : 3313100086

Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
✓ 1.	Mengapa tidak menunjuk ke konsep drainase berwawasan lingkungan seperti perma PU ?
✓ 2.	Tujuan 2 dikoreksi → apa evaluasi sist drainase bisa membuat BOQ & RAB ?
✓ 3.	Pengumpulan data ke tutup & terbuka → subbab 3.8 → gambar
17/7/17 ✓ 4.	Kalau lokasi genangan, apakah bisa dihitung t_u & t_c ?
17/7/17 ✓ 5.	Cek perhitungan di hal (79), 85. ✓

Jan

17/7/17

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

Mohammad Rasyid

(Rasyid)

Dosen Pembimbing

Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.E., Ph.D.

(M)



UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2016/2017

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis, 6 Juli 2017
Pukul : 13.00 - 15.00
Lokasi : TL 101
Judul : EVALUASI SISTEM DRAINASE DAN PENGENDALIAN GENANGAN AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN ITS SURABAYA
Nama : Eldo Fikri Alvin
NRP. : 3313100086
Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
	<ul style="list-style-type: none">- mutu / kualitas utahan buku TA kurang baik terutama tabel yg berisi angka ✓- Gambar & peta → keterangan gambar diperbesar shty dpt di baca ✓- melipat gambar & tabel tidak rapi ✓ <p style="text-align: right;">Jm 17/7/17</p>

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

Bieby Vargant T. St MT PhD.

()

Dosen Pembimbing

Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D.


()

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2016/2017

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis, 6 Juli 2017
Pukul : 13.00 - 15.00
Lokasi : TL101
Judul : EVALUASI SISTEM DRAINASE DAN PENGENDALIAN GENANGAN AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN ITS SURABAYA
Nama : Eldo Fikri Alvin
NRP. : 3313100086
Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Salah ketik.
2.	Perbaiki tabel bentuk landscape.
3.	Mengapa formasi & limpasan berubah, dan kondisi airnya.
4.	Definisi / pengertian CS. ? → masukkan tinjauan P.
5.	Bgmana memperkirakan td. ?
6.	Revisi 80% & Hlu ada kepala 80 mpa (kop 80).
	 18/7 '17.



Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

Atika M.

Dosen Pembimbing

Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.E., Ph.D.

()
()

TA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2016/2017

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Ujian Tugas Akhir

Nilai TOEFL 507

Hari, tanggal : Kamis, 6 Juli 2017

Pukul : 13.00 - 15.00

Lokasi : TL 101

Judul : EVALUASI SISTEM DRAINASE DAN PENGENDALIAN GENANGAN AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN ITS SURABAYA

Nama : Eldo Fikri Alvin

NRP. : 3313100086

Topik : Perencanaan

Tanda Tangan

Eldo Fikri Alvin

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
	<p>Gambar peta kurang besar Perbaikan rumus & ds. ada cs nya.) 22/7/17</p>

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus ditanda-tangani mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing akan menilai Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. Harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Revisi: 01

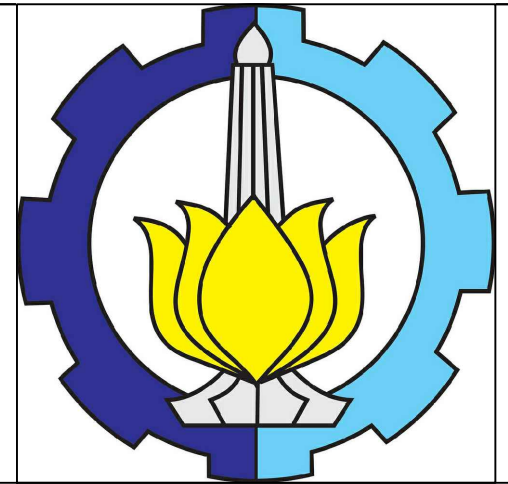
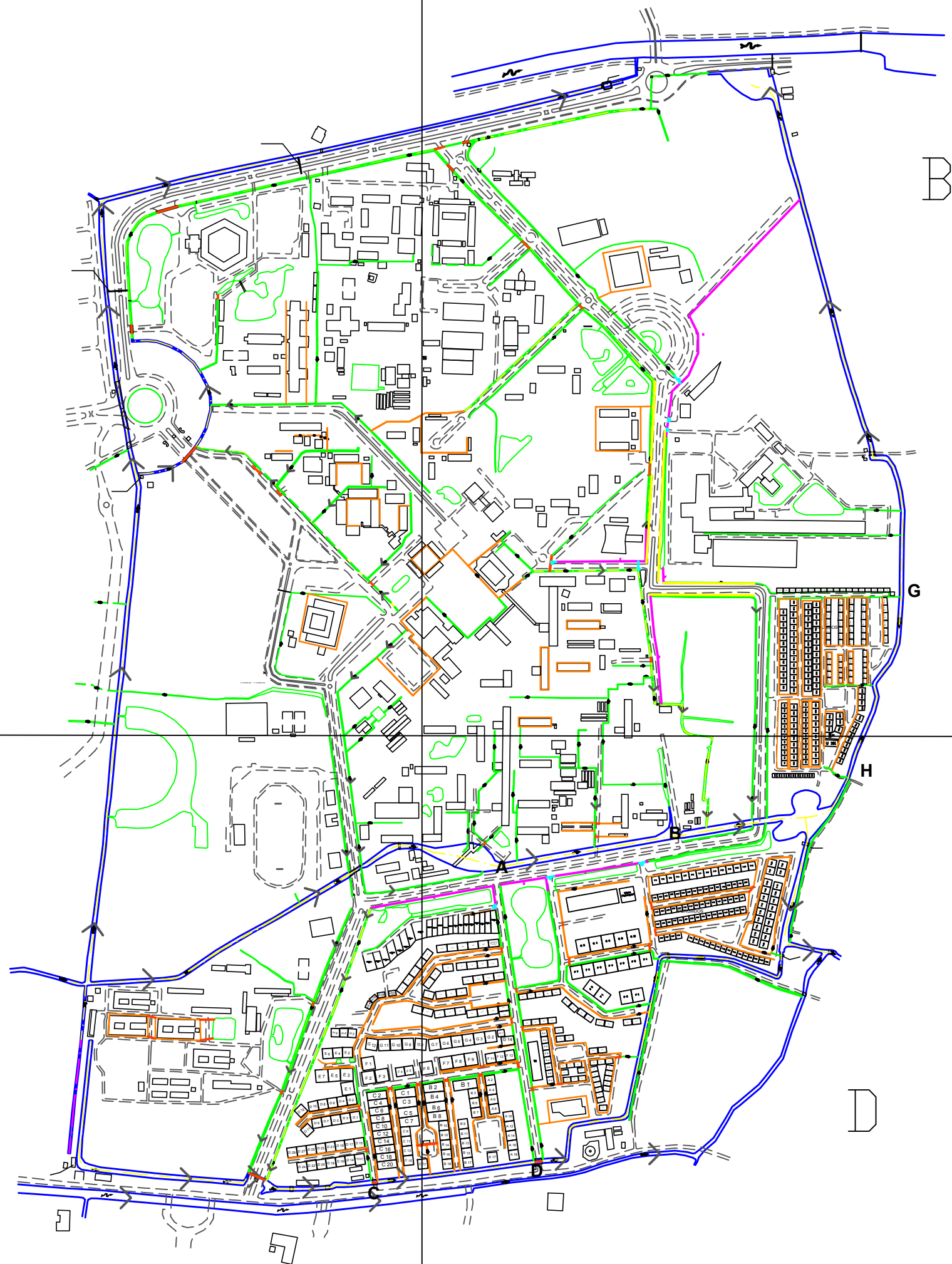
Revisi: 01

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Jakarta, 8 Maret 1995, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menyelesaikan pendidikan formal di SDIT Auliya Tangerang Selatan pada tahun 2001-2007. Kemudian dilanjutkan di SMPIT Auliya Tangerang Selatan pada tahun 2007-2010, sedangkan pendidikan tingkat atas dilalui di SMA Kharisma Bangsa Tangerang Selatan pada tahun 2010-2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS Surabaya

pada tahun 2013-2017 dan terdaftar dengan NRP 3313100086. Selama masa perkuliahan, penulis aktif di dalam organisasi kemahasiswaan sebagai Staf dan Kepala Departemen Seni dan Olahraga HMTL periode 2014/2015 dan 2015/2016. Selain itu, penulis juga aktif menjadi panitia di beberapa kegiatan HMTL, ITS, maupun Luar ITS. Berbagai pelatihan dan seminar nasional dan internasional telah diikuti untuk mengembangkan diri. Penulis dapat dihubungi via email eldoalvin@gmail.com




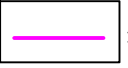
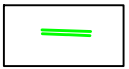
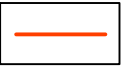

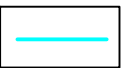

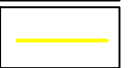


DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

	Saluran Primer		Saluran Baru
	Saluran Sekunder		Gorong-gorong Eksisting
	Saluran Tersier		Gorong-gorong Baru
	Jalan		Penambahan Street Inlet
	Bangunan		
	Bozem		

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

Peta Tata Guna Lahan Sistem Drainase ITS

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

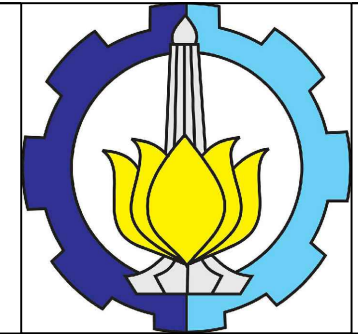
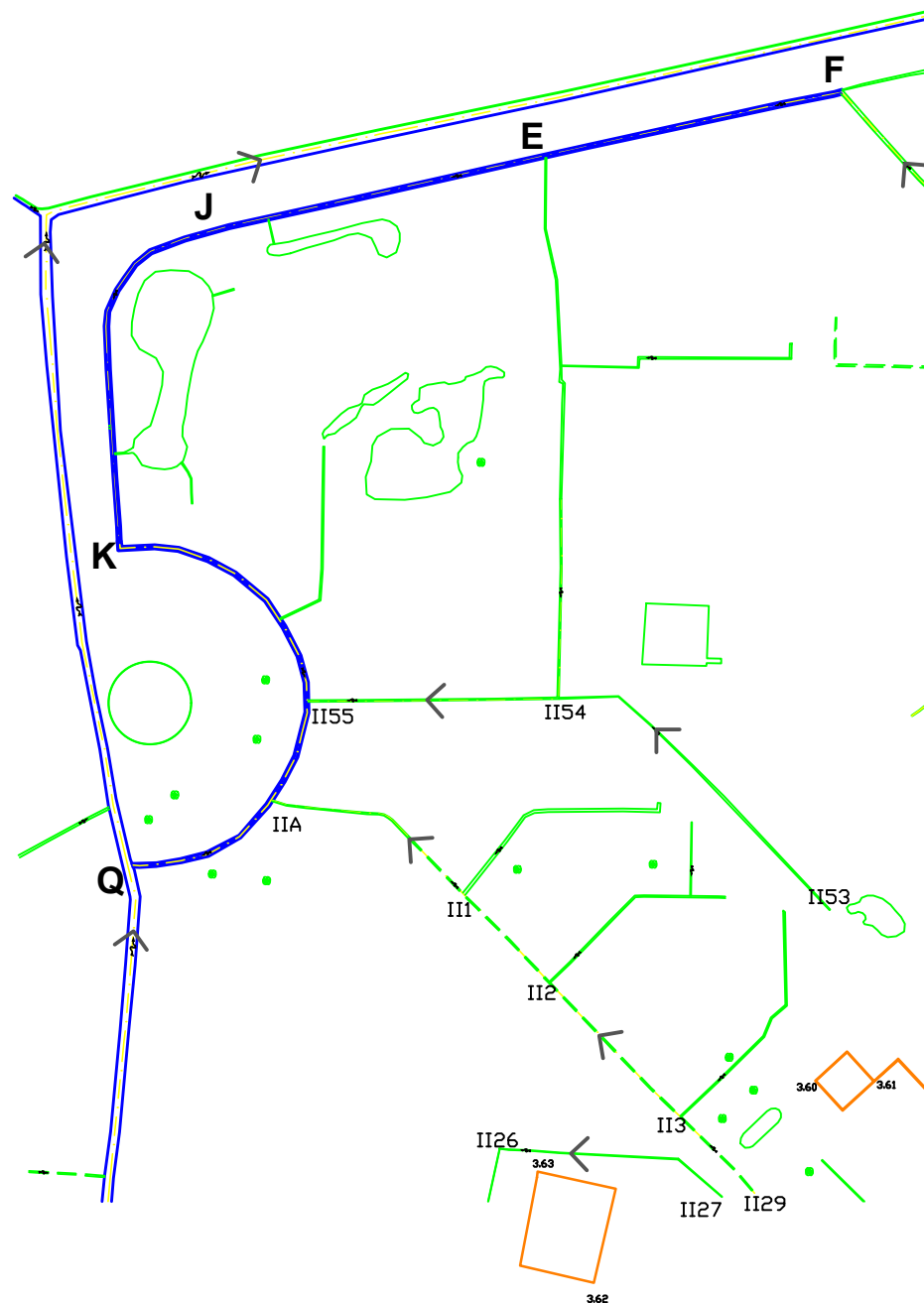
1

1

SKALA

0 80 160 240 320 400m





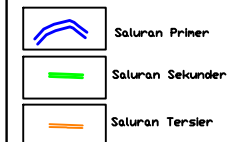
DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA



NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

Detail Saluran Gambar A

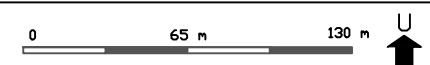
NO. GAMBAR

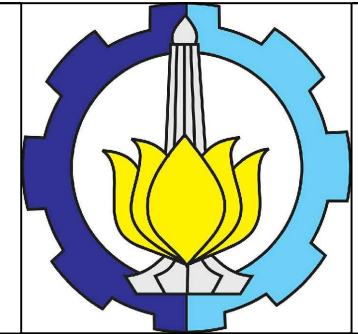
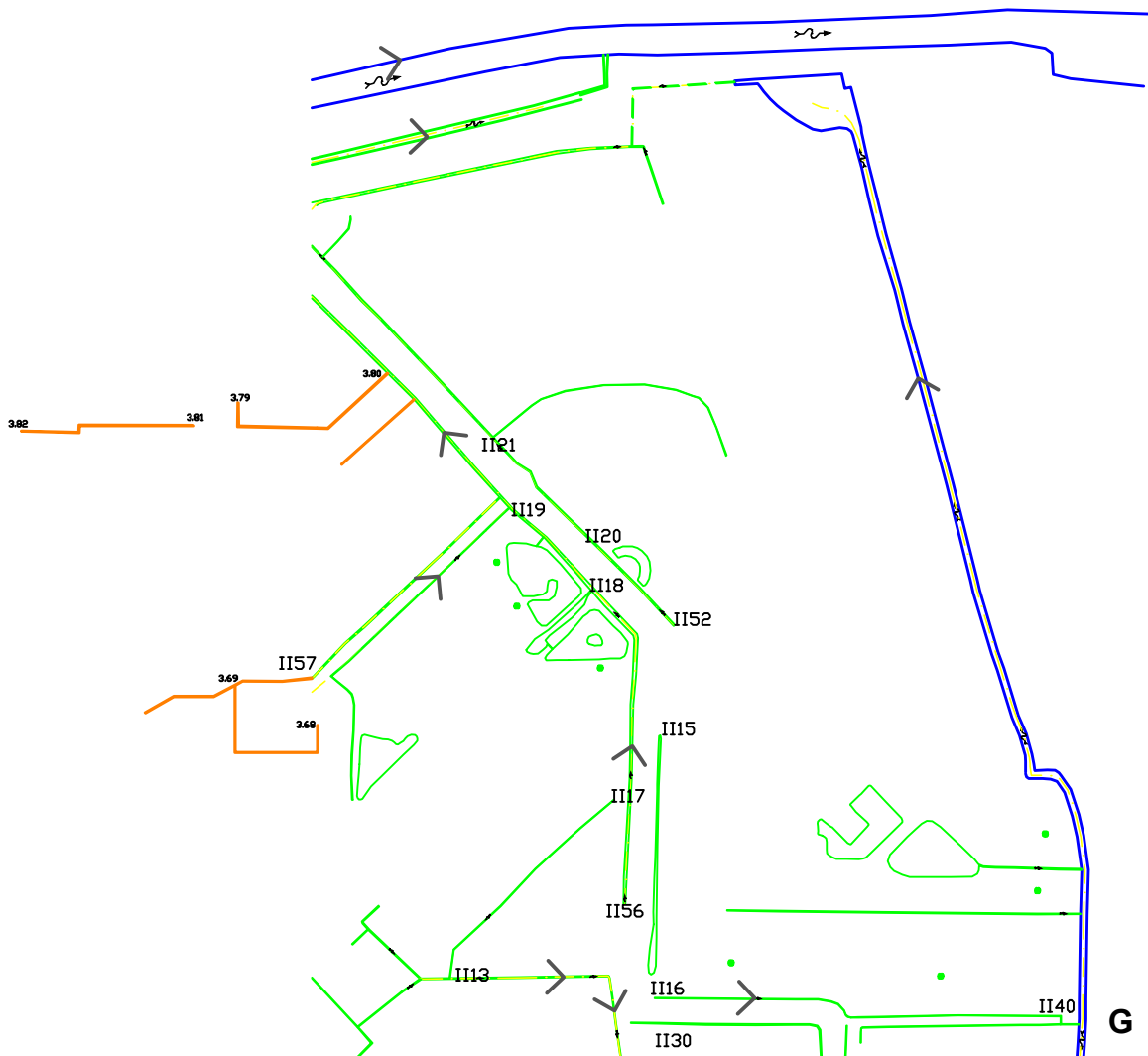
LAMPIRAN

A

1

SKALA





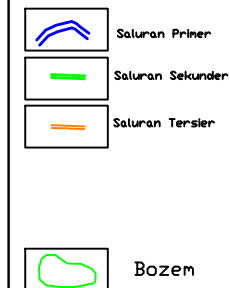
DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA



NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

Detail Saluran Gambar B

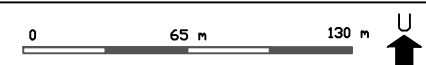
NO. GAMBAR

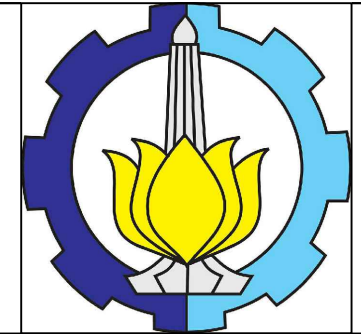
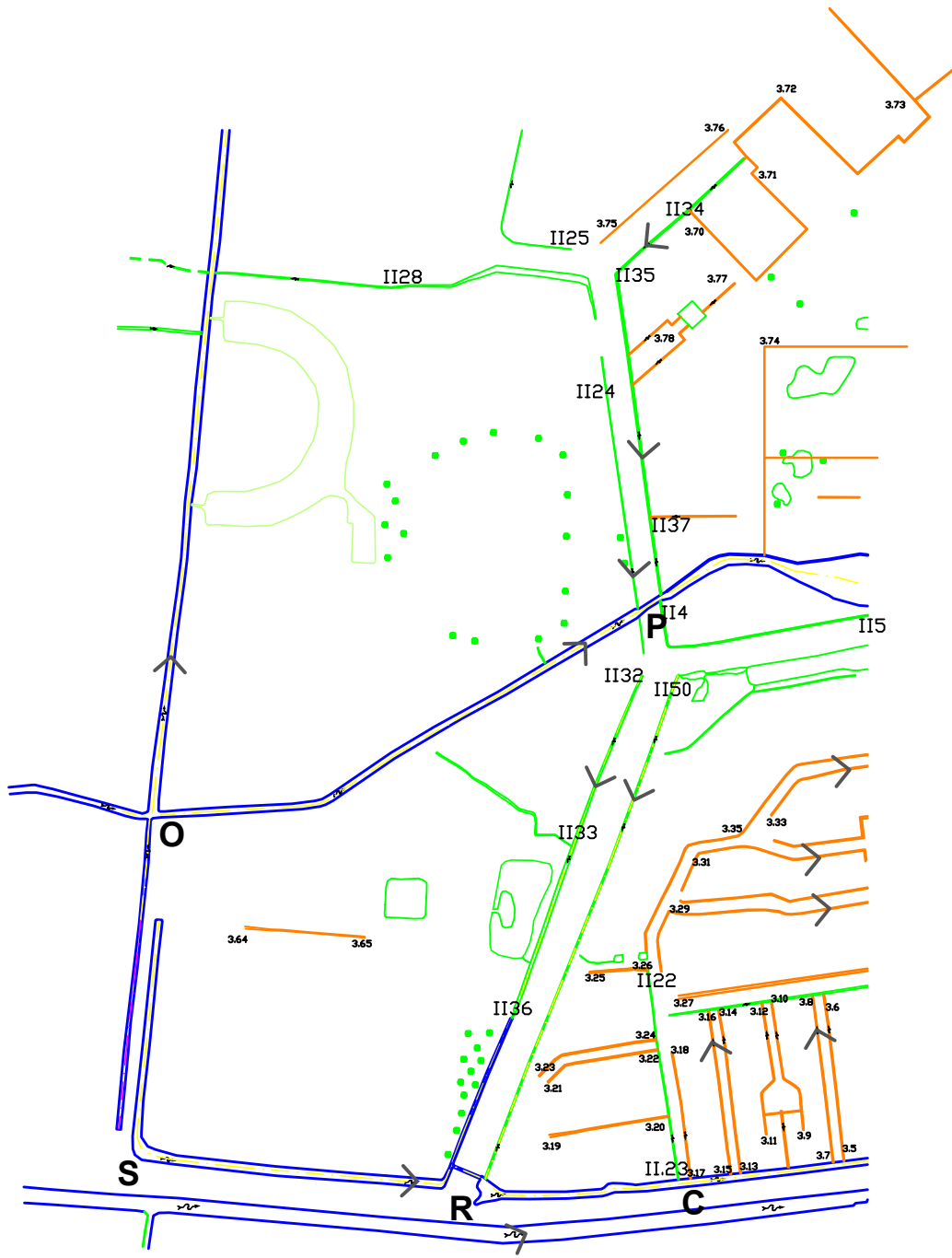
LAMPIRAN

B

1

SKALA









DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

-  Saluran Primer
-  Saluran Sekunder
-  Saluran Tersier
-  Bozem

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

Detail Saluran Gambar C

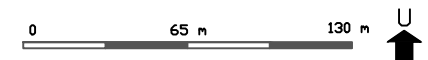
NO. GAMBAR

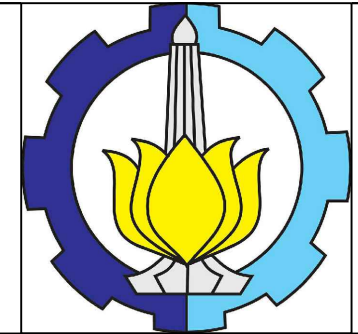
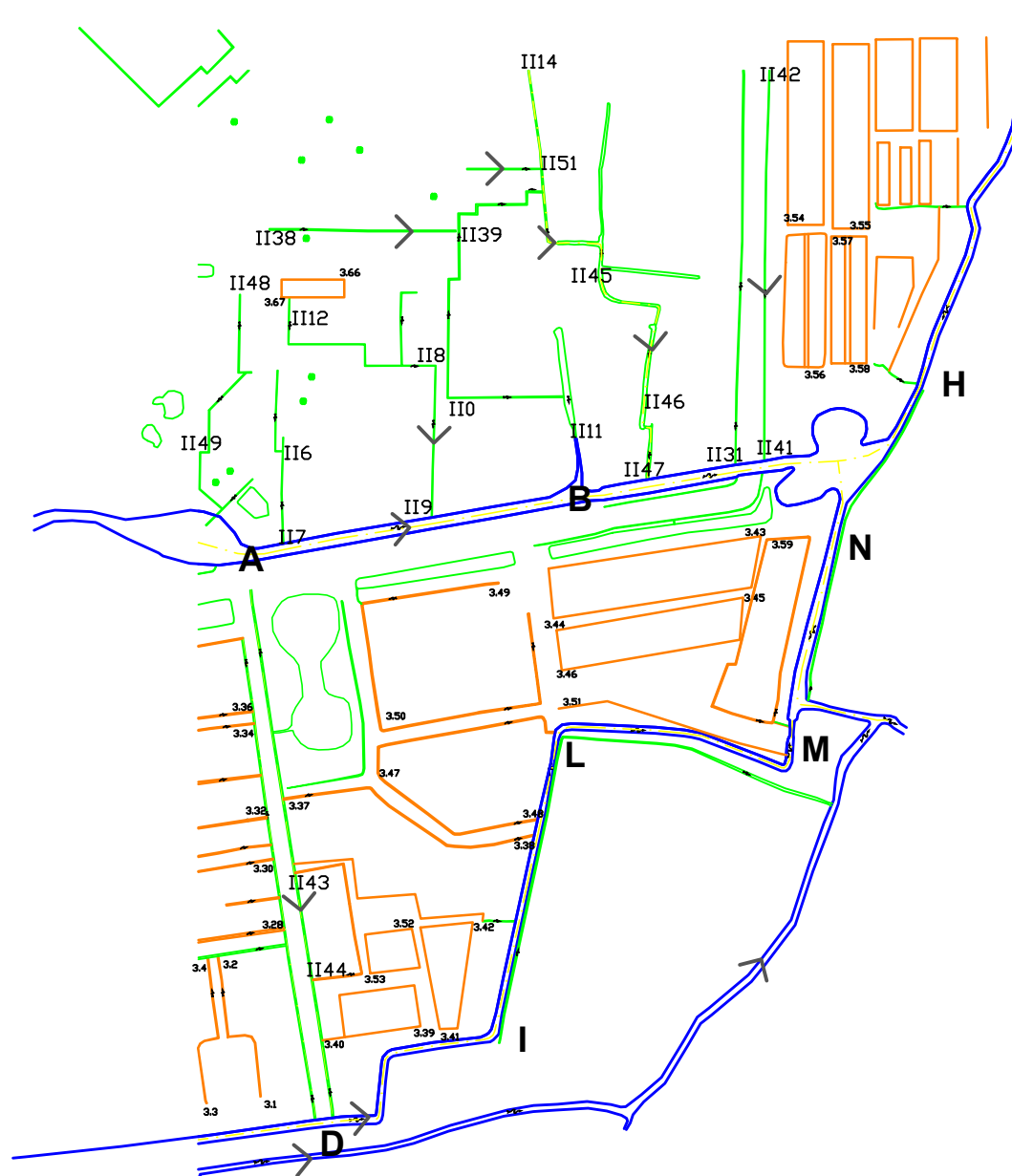
LAMPIRAN

C

1

SKALA





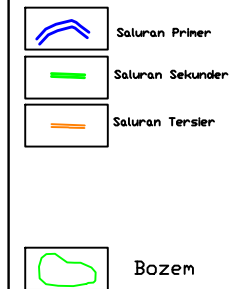
DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA



NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

Detail Saluran Gambar D

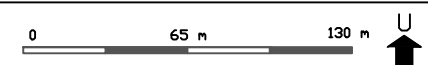
NO. GAMBAR

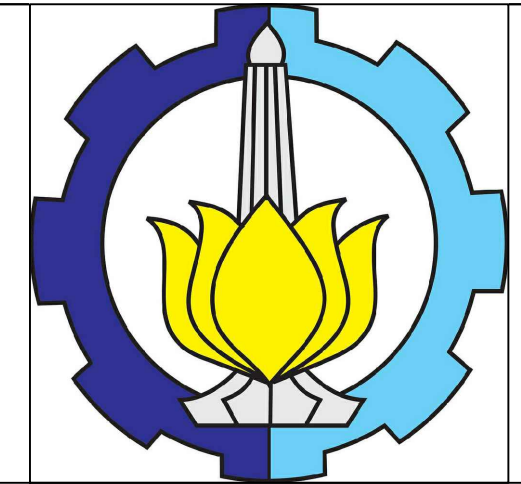
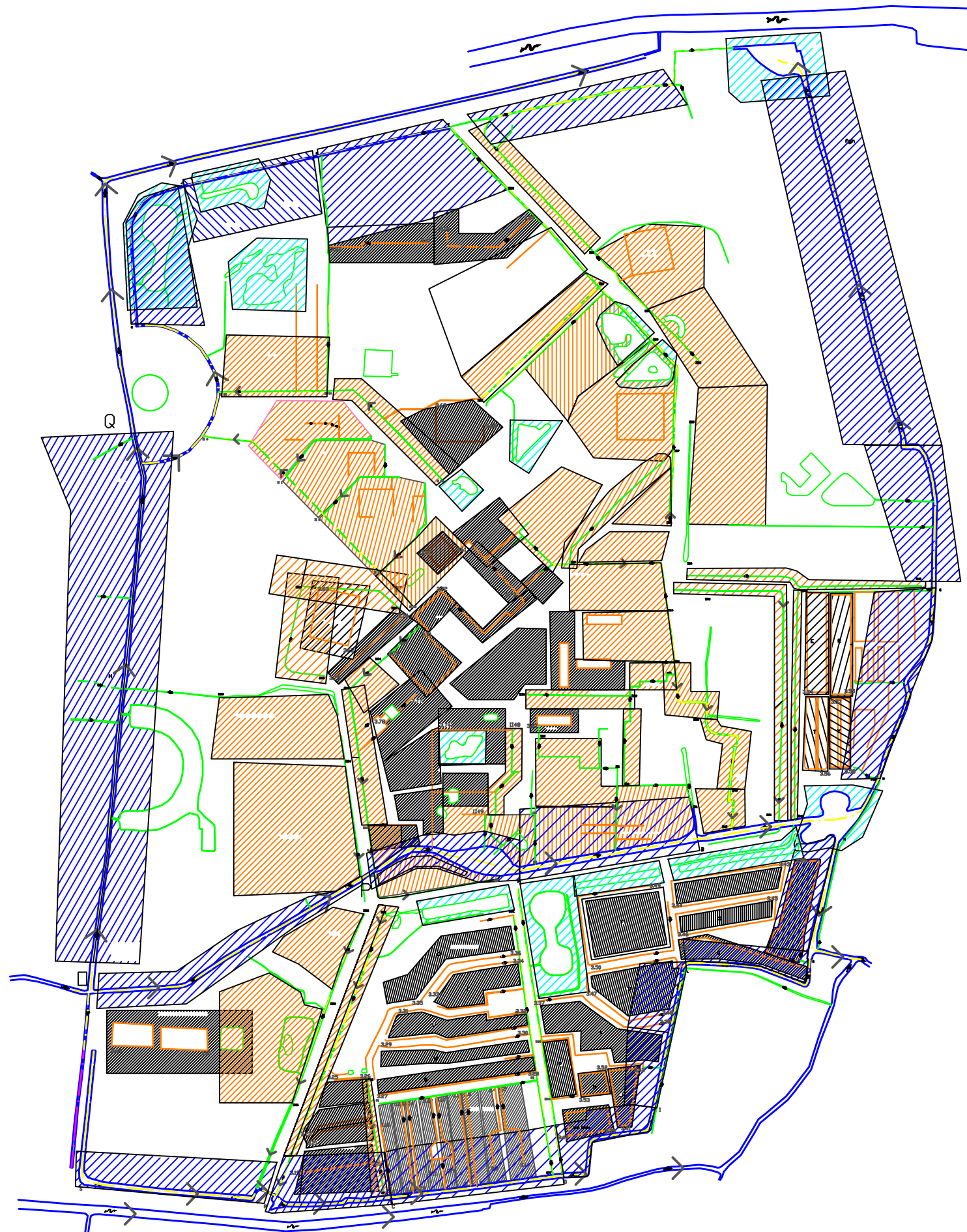
LAMPIRAN

D

1

SKALA





DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

	Saluran Primer
	Saluran Sekunder
	Saluran Tersier
	Jalan
	Bangunan
	Bozem

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

Peta Blok Pelayanan Sistem Drainase ITS

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

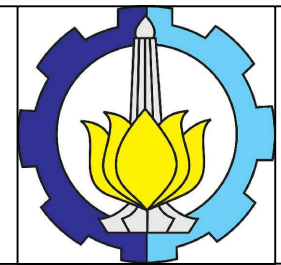
1

2

SKALA

0 80 160 240 320 400m








TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

-  Muka Air
-  Sedimen
-  Lapisan Beton atau Plesteran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG TIPIKAL SALURAN
PRIMER ITS

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

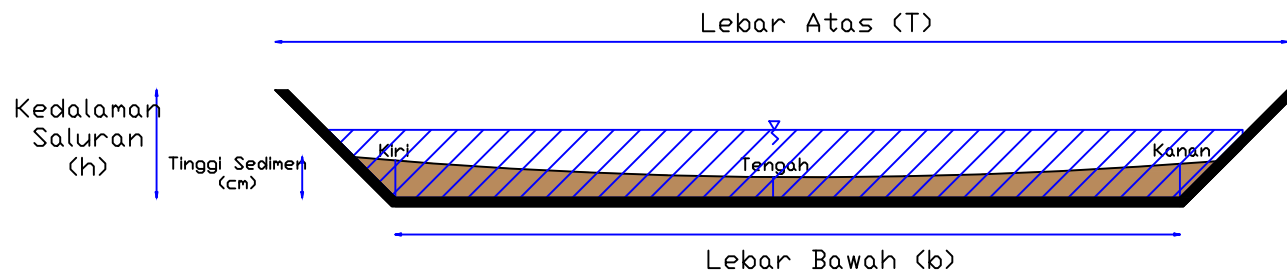
1

3

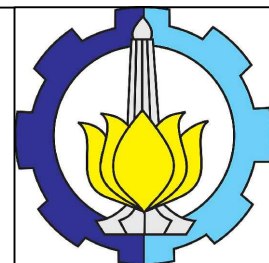
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

Tipe Saluran Trapeسيوم



NO.	Saluran Primer ITS	Tipe Saluran	Lebar Atas (T) (m)	Lebar Bawah (b) (m)	Kedalaman Saluran (h)	Tinggi Sedimen (cm)
1.	A-B	Trapeسيوم	5,0	4,0	2,0	20
2.	C-D	Trapeسيوم	3,0	2,0	2,0	18
3.	E-F	Trapeسيوم	7,6	6,0	2,5	21
4.	G-H	Trapeسيوم	3,0	2,0	2,0	22
5.	D-I	Trapeسيوم	3,0	2,0	2,0	17
6.	J-E	Trapeسيوم	3,0	2,0	2,0	15
7.	K-J	Trapeسيوم	3,0	2,0	2,0	20
8.	I-L	Trapeسيوم	4,0	3,5	2,0	18
9.	L-M	Trapeسيوم	4,0	3,5	2,0	15
10.	M-N	Trapeسيوم	4,0	3,5	2,0	21
11.	U-P	Trapeسيوم	4,0	3,5	2,0	18
12.	P-A	Trapeسيوم	4,0	3,5	2,0	15
13.	Q-Q	Trapeسيوم	4,0	3,5	2,0	23
14.	R-C	Trapeسيوم	4,0	3,5	2,0	17



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

 Muka Air

 Sedimen

 Lapisan Beton atau Plesteran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. HAS AGUS HARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG TIPIKAL SALURAN
SEKUNDER ITS

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

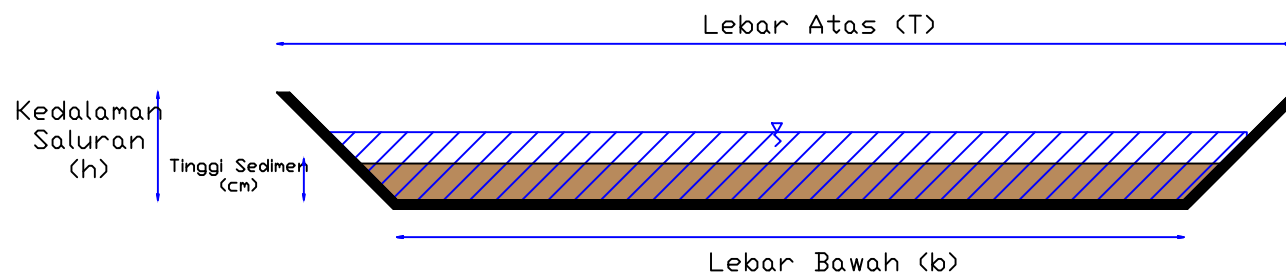
2

3

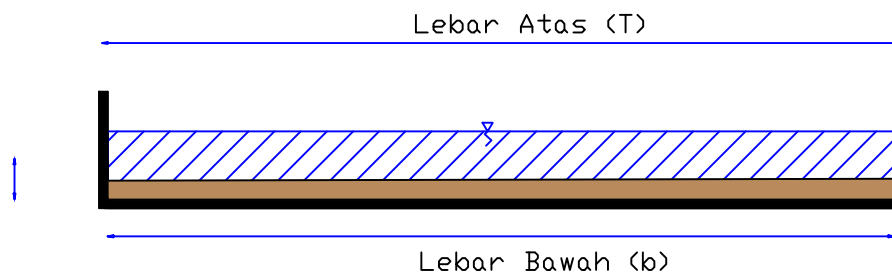
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

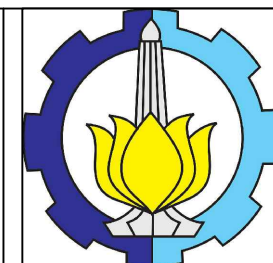
Tipe A



Tipe B



NO.	Saluran Sekunder ITS	Tipe Saluran	Lebar Atas (T) (m)	Lebar Bawah (b) (m)	Kedalaman Saluran (h)	Tinggi Sedimen (cm)
1.	II1-IIA	A	1,10	0,22	0,70	11
2.	II2-II1	A	1,05	0,27	0,70	14
3.	II3-II2	A	1,10	0,22	0,70	16
4.	II4-II5	B	0,4	0,4	0,5	7
5.	II6-II7	B	0,5	0,5	0,6	5
6.	II8-II9	B	0,5	0,5	1,0	18
7.	II10-II11	B	0,5	0,5	1,0	14
8.	II12-II8	B	0,5	0,5	0,5	20
9.	II13-II14	A	1,0	0,6	0,9	16
10.	II15-II16	B	1,0	1,0	0,88	22
11.	II17-II18	A	2,0	1,2	1,3	18
12.	II18-II19	A	2,0	1,2	1,3	15
13.	II20-II21	B	1,5	1,5	1,0	11
14.	II22-II23	B	1,0	1,0	0,9	10
15.	II24-P	B	1,0	1,0	1,3	15
16.	II25-II26	B	0,5	0,5	0,7	10
17.	II27-II26	A	1,3	1,0	0,8	8






TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

-  Muka Air
-  Sedimen
-  Lapisan Beton atau Plesteran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

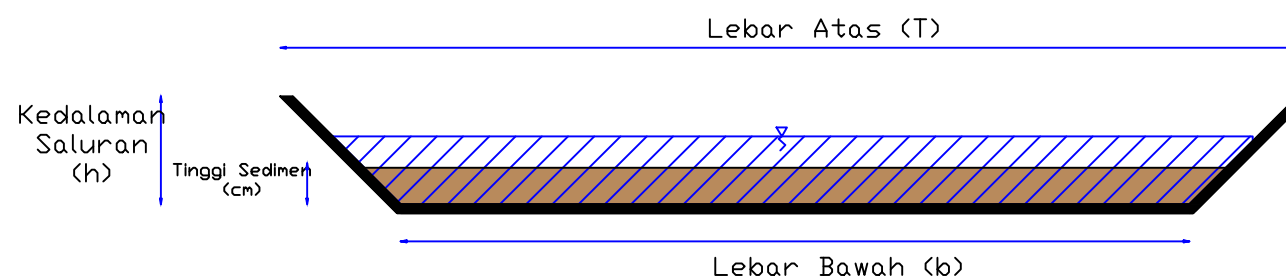
POTONGAN MELINTANG TIPIKAL SALURAN
SEKUNDER ITS

NO. GAMBAR	LAMPIRAN
3	3

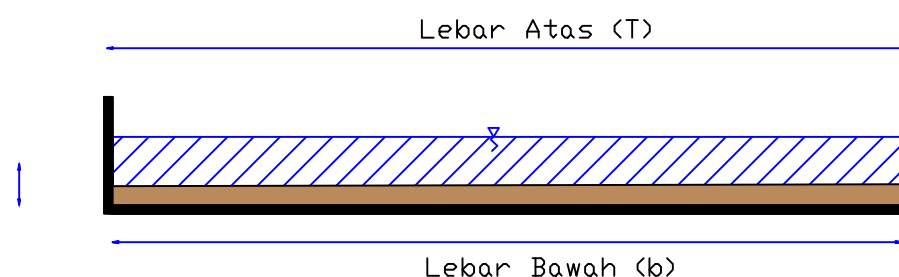
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

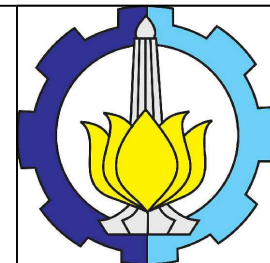
Tipe A



Tipe B



NO.	Saluran Sekunder ITS	Tipe Saluran	Lebar Atas (T) (m)	Lebar Bawah (b) (m)	Kedalaman Saluran (h)	Tinggi Sedimen (cm)
18.	II24-II28	B	1,0	1,0	1,3	15
19.	II29-II3	B	1,05	1,05	1,3	10
20.	II30-II31	B	0,55	0,55	0,7	3
21.	II32-II33	B	0,5	0,5	0,4	5
22.	II34-II35	B	1,5	1,5	1,5	5
23.	II33-II36	B	0,4	0,4	0,5	10
24.	II37-P	B	0,3	0,3	0,4	8
25.	II38-II39	B	0,5	0,5	0,5	3
26.	II16-II40	B	0,5	0,5	0,5	10
27.	II42-II41	B	0,6	0,6	0,9	5
28.	II43-II44	A	1,2	0,5	0,85	5
29.	II13-II17	B	0,6	0,6	1,0	5






TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

-  Muka Air
-  Sedimen
-  Lapisan Beton atau Plesteran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG TIPIKAL SALURAN
TERSIER ITS

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

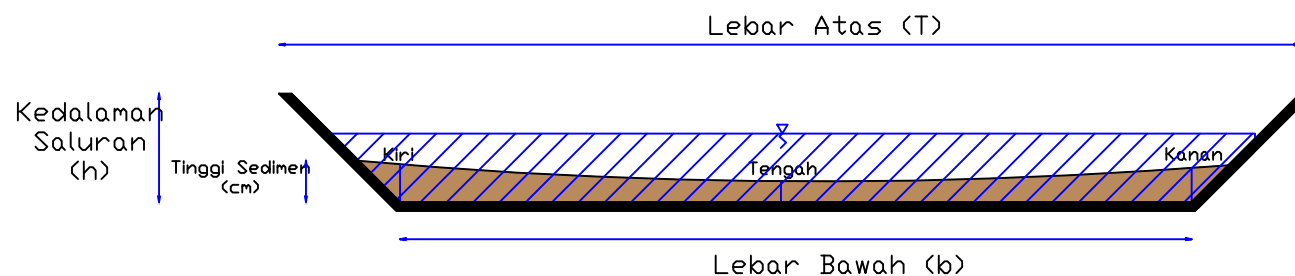
4

3

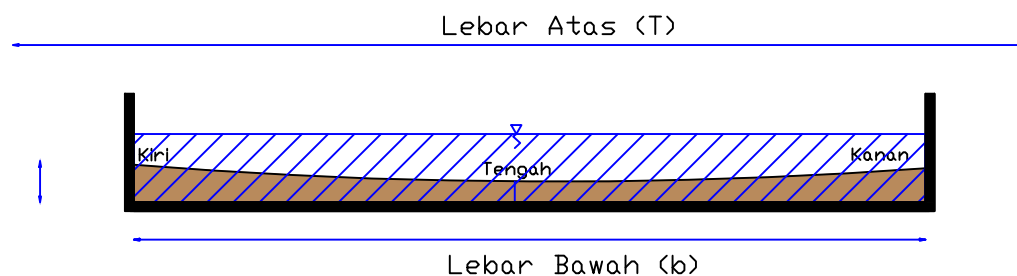
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

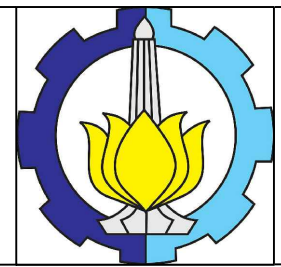
Tipe A



Tipe B



NO.	Saluran Tersier ITS	Tipe Saluran	Lebar Atas (T) (m)	Lebar Bawah (b) (m)	Kedalaman Saluran (h)	Tinggi Sedimen (cm)
1.	3.1-3.2	A	0,80	0,32	0,50	10
2.	3.3-3.4	A	0,35	0,35	0,55	13
3.	3.5-3.6	A	0,35	0,35	0,55	15
4.	3.7-3.8	A	1,00	0,8	1,00	6
5.	3.9-3.10	A	1,00	0,80	0,80	10
6.	3.11-3.12	A	0,70	0,50	0,60	10
7.	3.13-3.14	A	0,70	0,50	0,60	13
8.	3.15-3.16	A	0,70	0,50	0,60	15
9.	3.17-3.18	A	0,80	0,40	0,60	15
10.	3.19-3.20	B	0,50	0,50	0,80	10
11.	3.21-3.22	B	0,40	0,40	0,40	13
12.	3.23-3.24	B	0,40	0,40	0,40	12
13.	3.25-3.26	B	0,40	0,40	0,40	18
14.	3.60-3.61	B	1,00	1,00	1,00	10






TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

-  Muka Air
-  Sedimen
-  Lapisan Beton atau Plesteran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG TIPIKAL SALURAN
TERSIER ITS

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

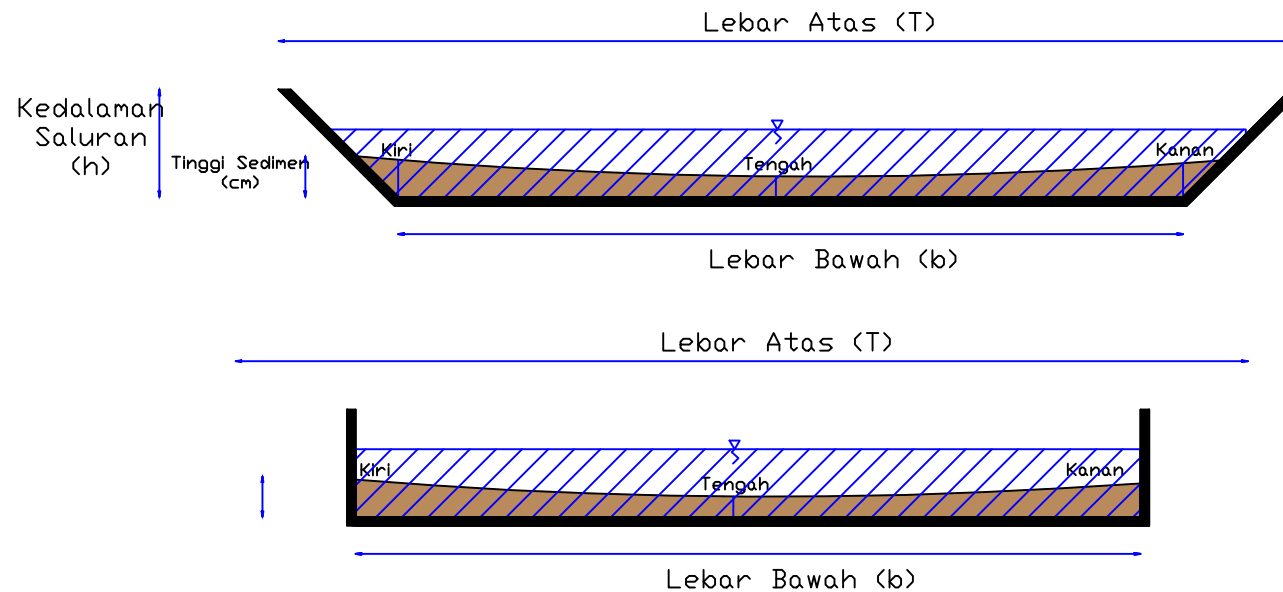
5

3

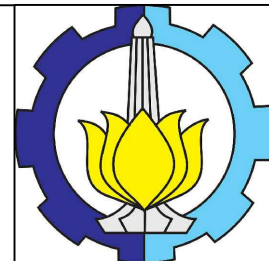
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

Tipe B



NO.	Saluran Tersier ITS	Tipe Saluran	Lebar Atas (T) (m)	Lebar Bawah (b) (m)	Kedalaman Saluran (h)	Tinggi Sedimen (cm)
15.	3.62-3.63	B	1,50	1,50	0,45	15
16.	3.64-3.65	A	1,00	0,80	0,70	10
17.	3.27-3.28	A	1,50	1,30	1,3	13
18.	3.29-3.30	A	1,00	0,80	0,80	15
19.	3.66-3.67	B	0,60	0,60	0,70	10
20.	3.54-II42	B	0,50	0,50	0,50	3
21.	3.55-II43	B	0,50	0,50	0,50	5
22.	3.54-3.56	B	0,50	0,50	0,8	5
23.	3.57-3.58	B	0,50	0,50	0,50	10
24.	3.68-3.69	B	0,60	0,60	0,90	15
25.	3.31-3.32	A	0,80	0,32	0,55	5
26.	3.33-3.34 I	A	1,70	1,30	0,50	10
27.	3.35-3.36	B	0,50	0,50	0,60	10
28.	3.43-3.44	B	0,50	0,50	0,50	10



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

Muka Air

Sedimen

Lapisan Beton atau
Plesteran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. NAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG TIPIKAL SALURAN
TERSIER ITS

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

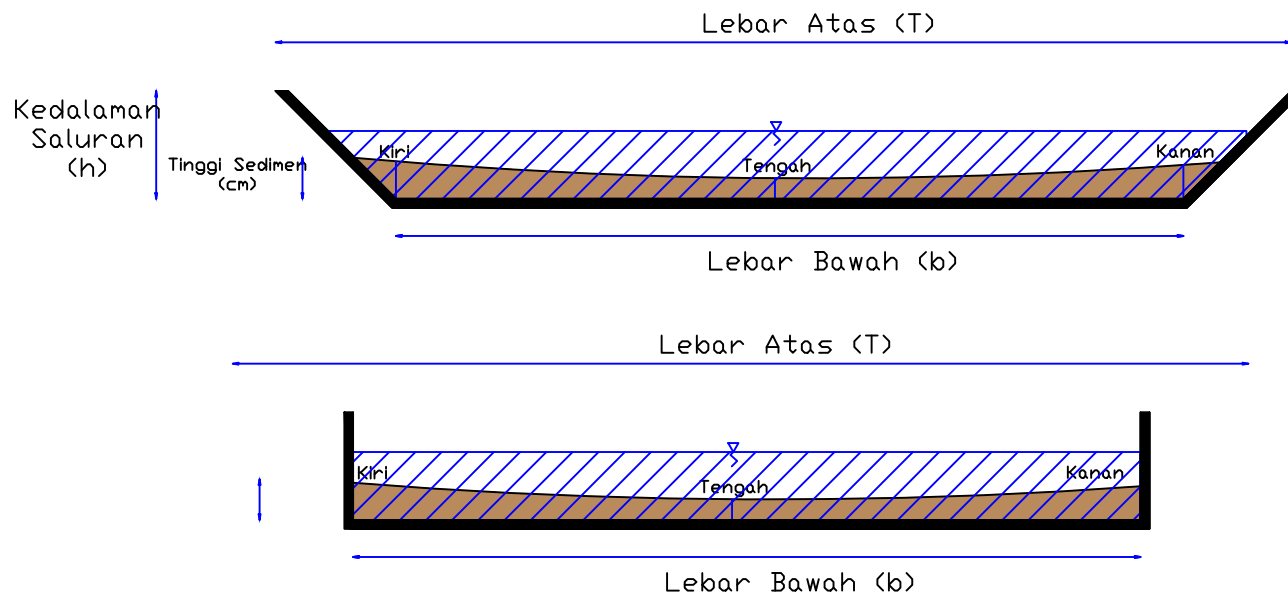
6

3

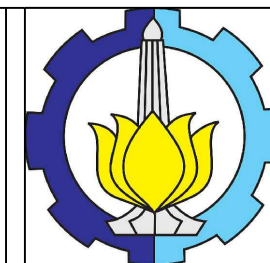
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

Tipe B



NO.	Saluran Tersier ITS	Tipe Saluran	Lebar Atas (T) (m)	Lebar Bawah (b) (m)	Kedalaman Saluran (h)	Tinggi Sedimen (cm)
29.	3.45-3.46	B	0,60	0,60	0,80	9
30.	3.47-3.48	B	0,50	0,50	0,50	8
31.	3.49-3.50	A	1,30	1,00	0,80	8
32.	3.51-M	B	0,40	0,40	0,60	7
33.	3.52-3.53	B	0,40	0,40	0,50	7
34.	3.39-3.40	B	0,50	0,50	0,50	6
35.	3.41-3.42	B	0,40	0,40	0,50	6
36.	3.37-3.38	A	1,10	0,70	0,50	5
37.	3.59-M	B	0,50	0,50	0,50	5
38.	3.70-3.71	B	0,55	0,55	0,80	7
39.	3.71-3.72	B	0,50	0,50	0,40	8



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, P.hD.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN PRIMER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

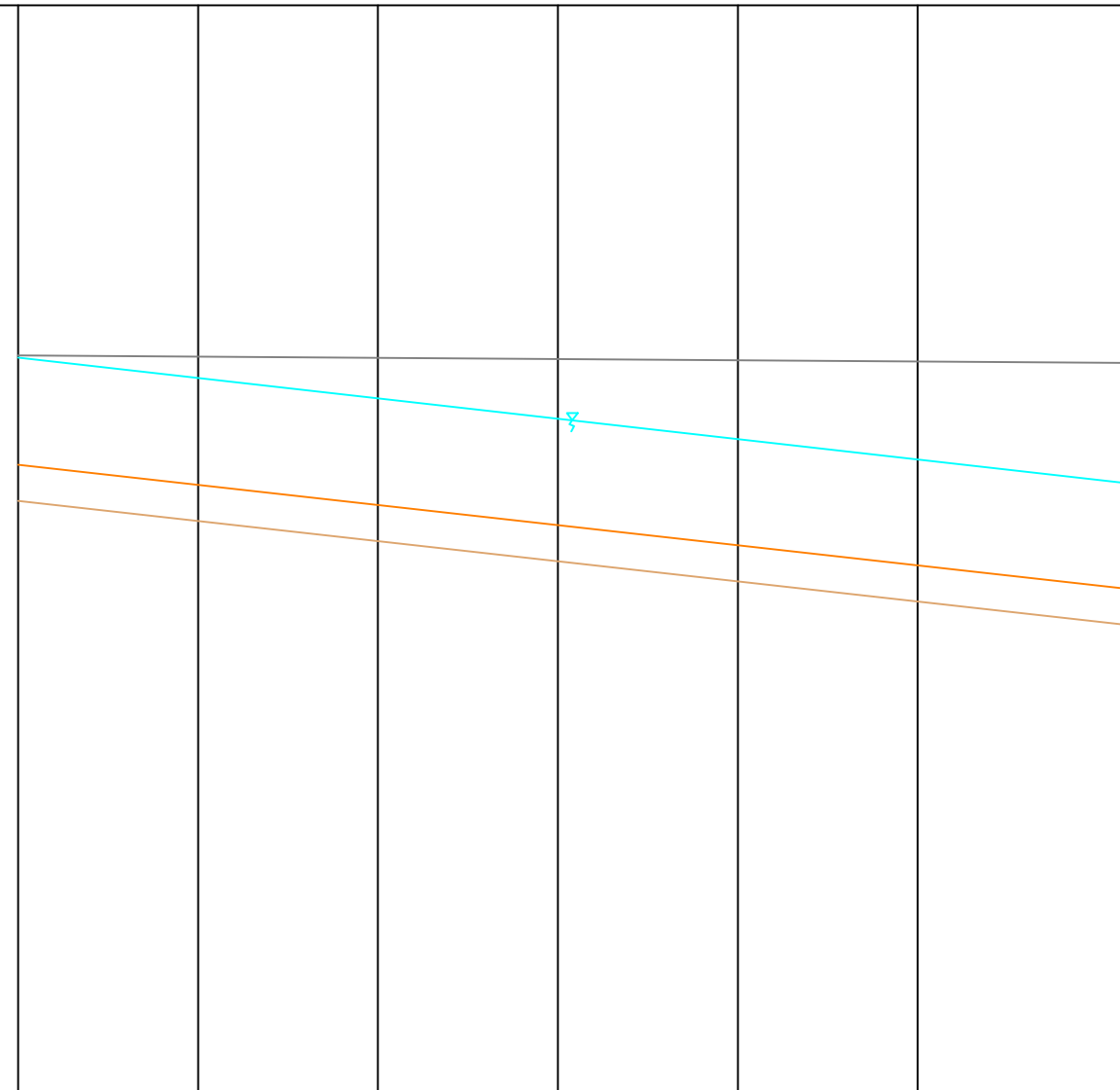
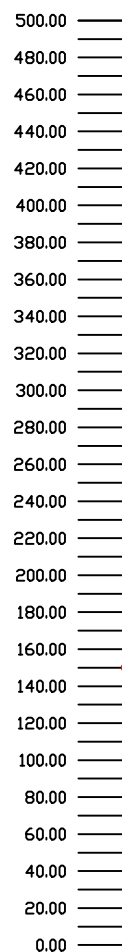
1

4

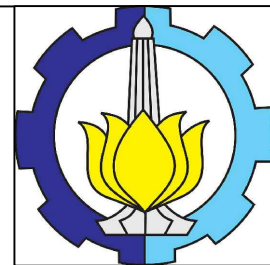
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	A B						
Panjang Tiap Titik	50	50	50	50	50	27,38	
Panjang Saluran (m)	277,38						
Elevasi Tanggul (m)	3,280 3,239						
Elevasi Muka Air (m)	3,249 2,545						
Elevasi Sedimen (m)	2,649 1,945						
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,449 1,745						
Slope	0,00254						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN PRIMER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

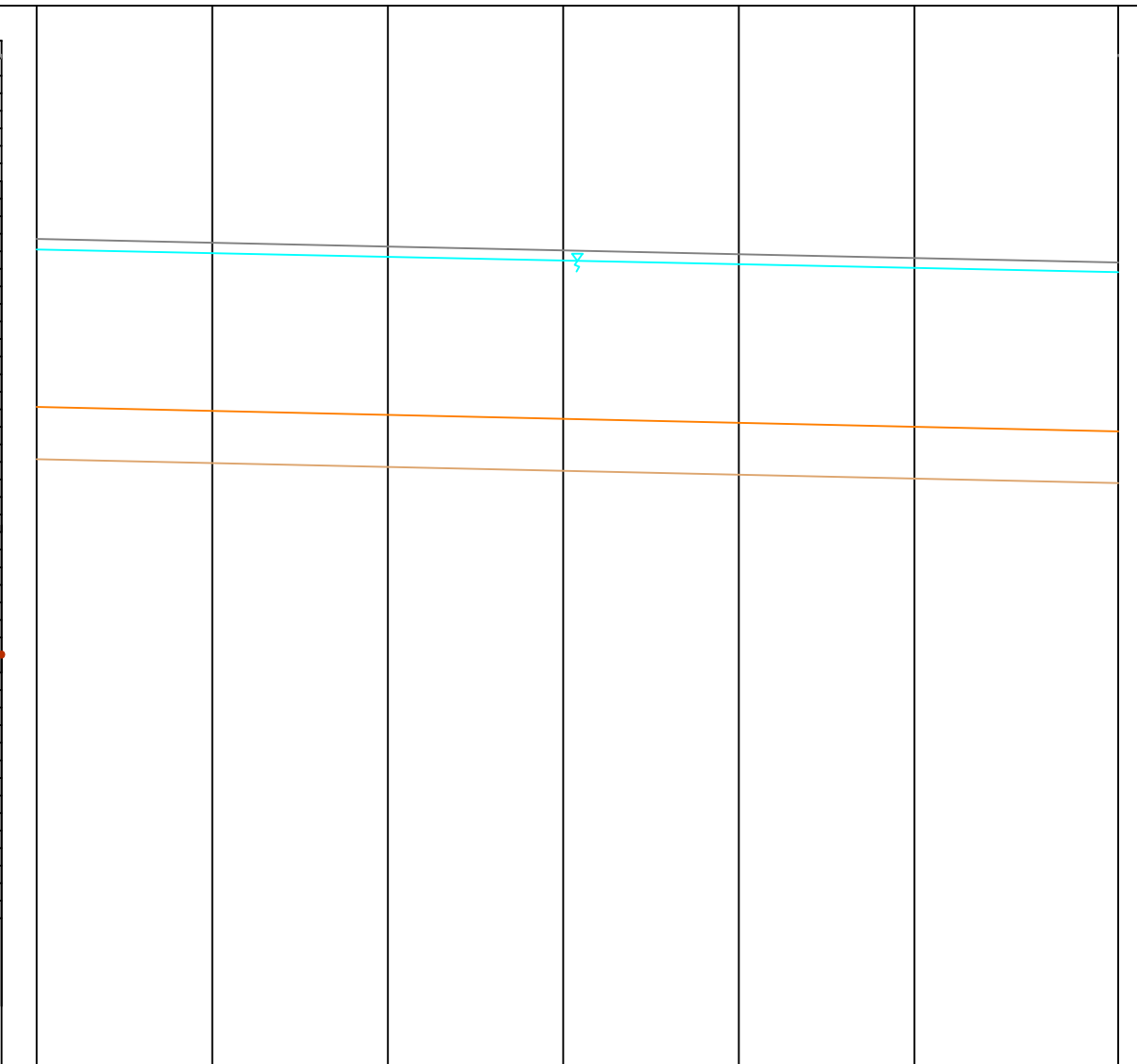
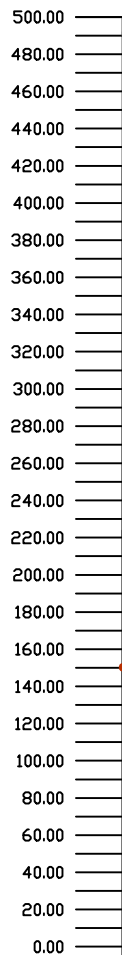
2

4

SKALA

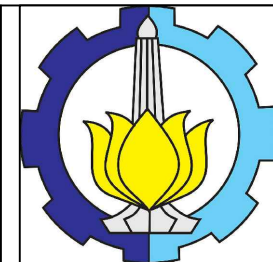
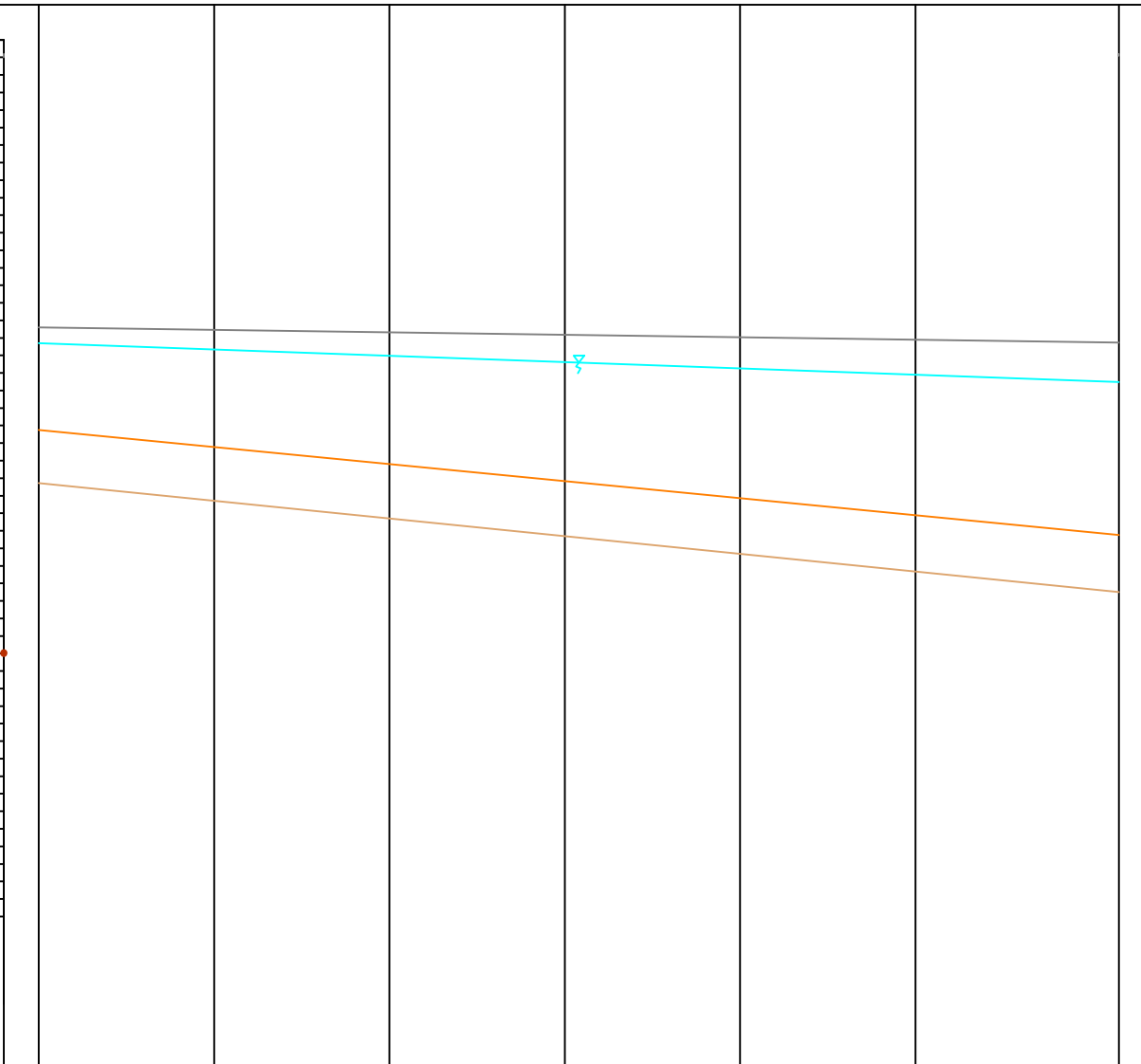
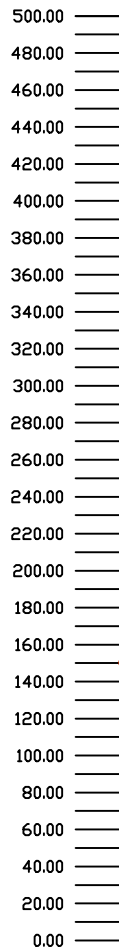
HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	C							D
Panjang Tiap Titik		60	60	60	60	60	29,60	
Panjang Saluran (m)	329,60							
Elevasi Tanggul (m)	3,886							3,749
Elevasi Muka Air (m)	3,804							3,695
Elevasi Sedimen (m)	2,904							2,795
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,604							2,495
Slope	0,00033							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	

ELEVASI
(cm)



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDD FIKRI ALVIN
3313100066

DOSEN PEMBIMBING

Ir. HAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN PRIMER

NO. GAMBAR

3

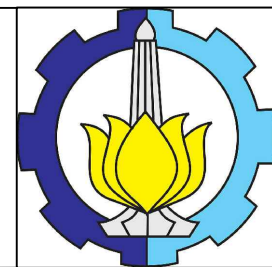
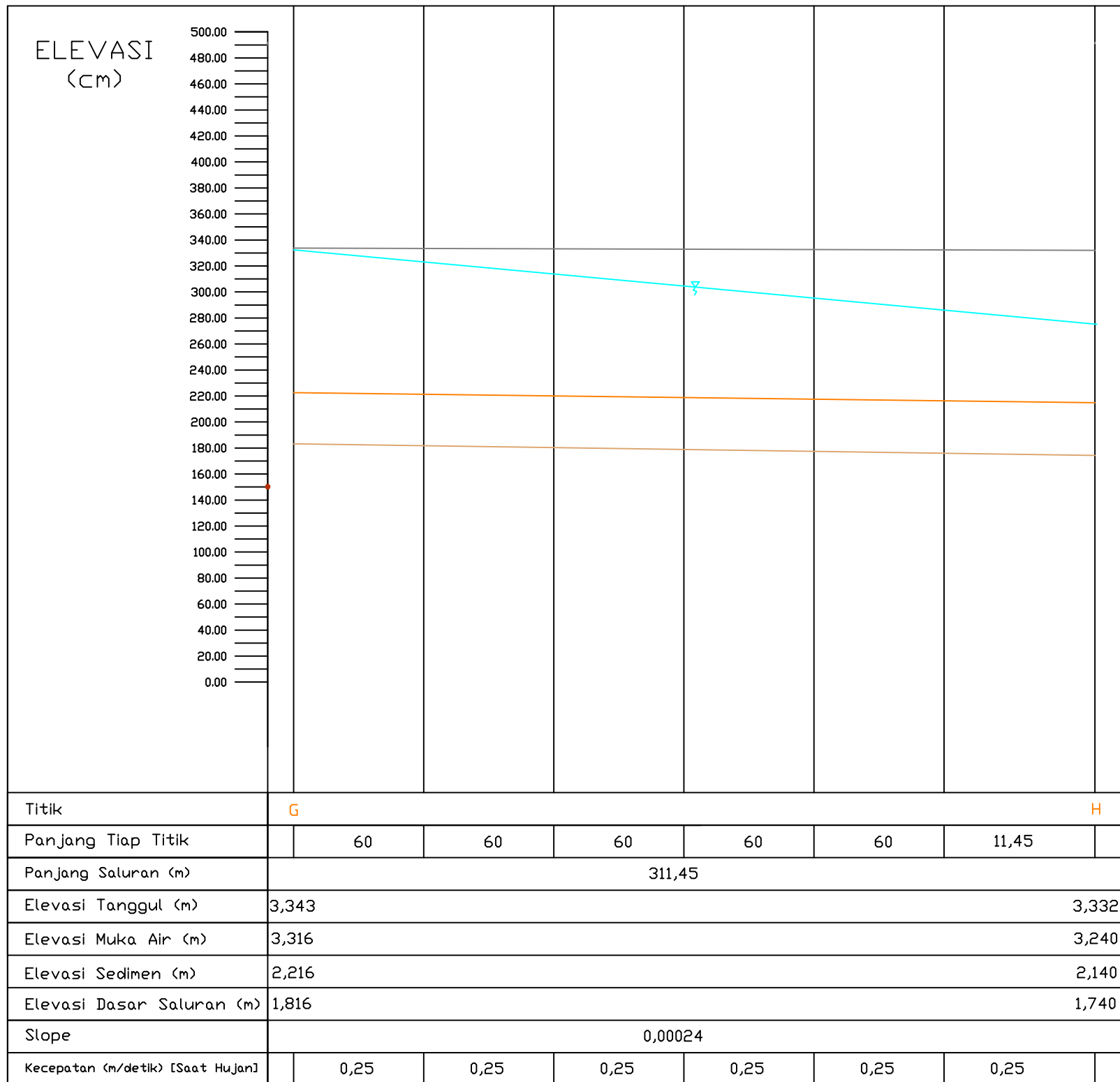
LAMPIRAN

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

Titik	E F						
Panjang Tiap Titik	40	40	40	40	40	4,77	
Panjang Saluran (m)	204,77						
Elevasi Tanggul (m)	3,342						3,294
Elevasi Muka Air (m)	3,293						3,054
Elevasi Sedimen (m)	2,793						2,154
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,360						2,590
Slope	0,00117						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME., Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN PRIMER

NO. GAMBAR

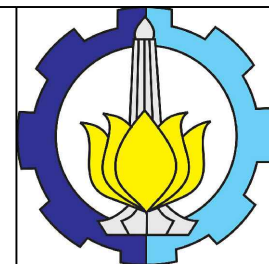
LAMPIRAN

4

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.H.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN PRIMER

NO. GAMBAR

5

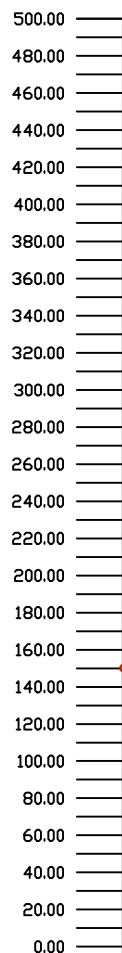
LAMPIRAN

4

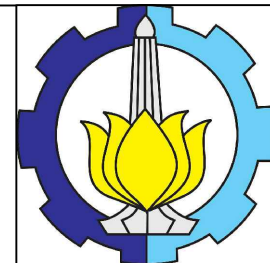
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	D							I
Panjang Tiap Titik		35	35	35	35	35	34,62	
Panjang Saluran (m)	209,62							
Elevasi Tanggul (m)	3,718							3,561
Elevasi Muka Air (m)	3,686							3,242
Elevasi Sedimen (m)	3,236							2,794
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,936							2,494
Slope	0,00212							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN PRIMER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

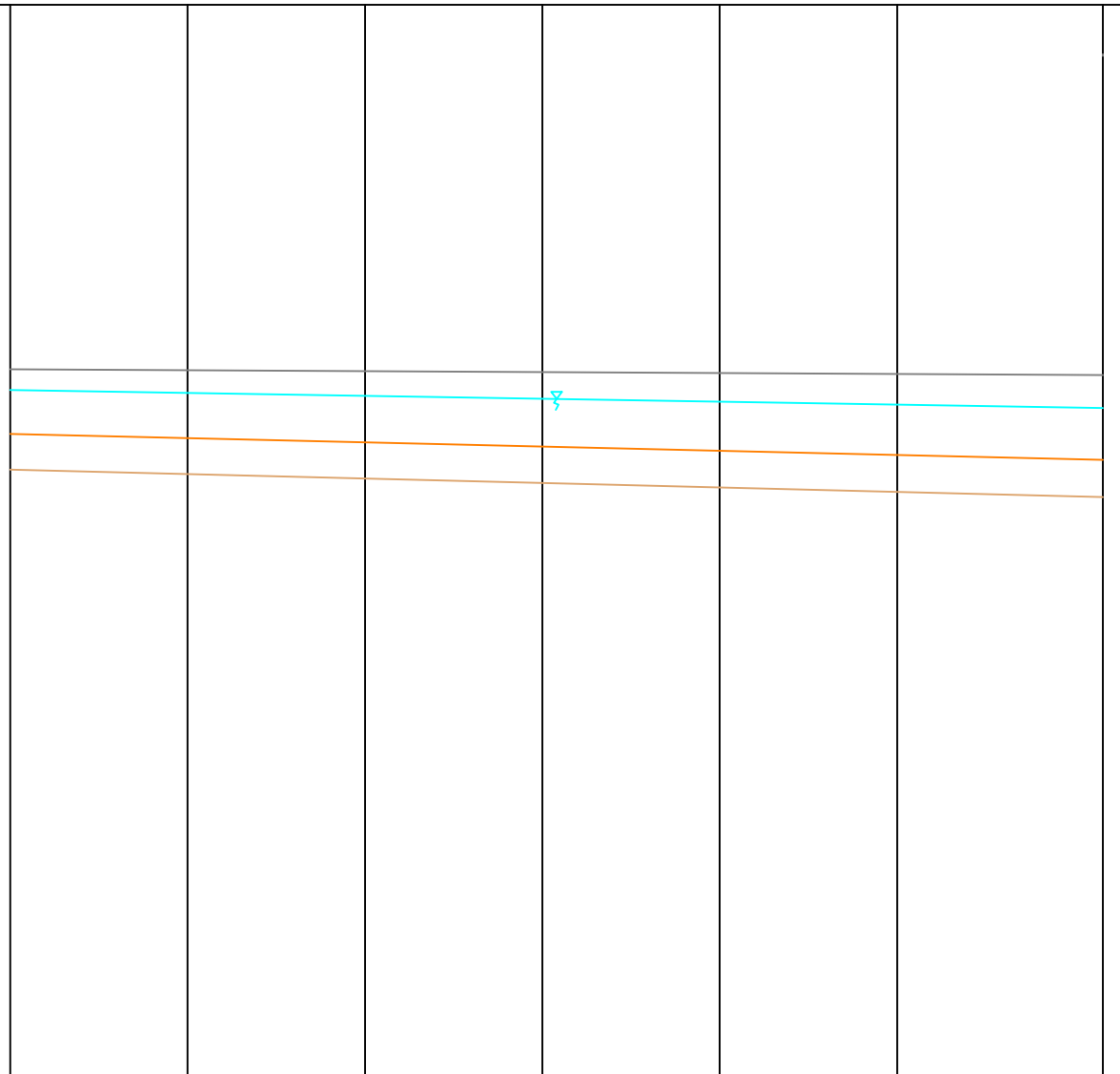
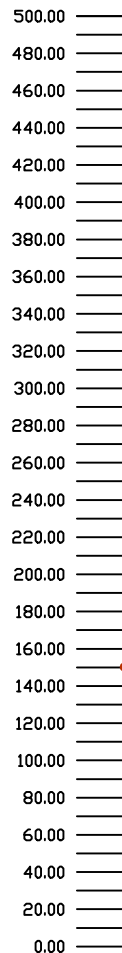
6

4

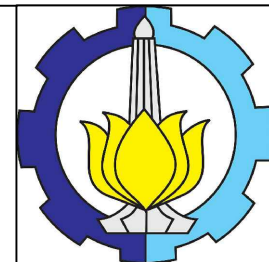
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	J E							
Panjang Tiap Titik		40	40	40	40	40	3,69	
Panjang Saluran (m)	203,69							
Elevasi Tanggul (m)	3,255							3,205
Elevasi Muka Air (m)	3,090							2,926
Elevasi Sedimen (m)	2,790							2,626
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,590							2,426
Slope	0,00081							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN PRIMER

NO. GAMBAR

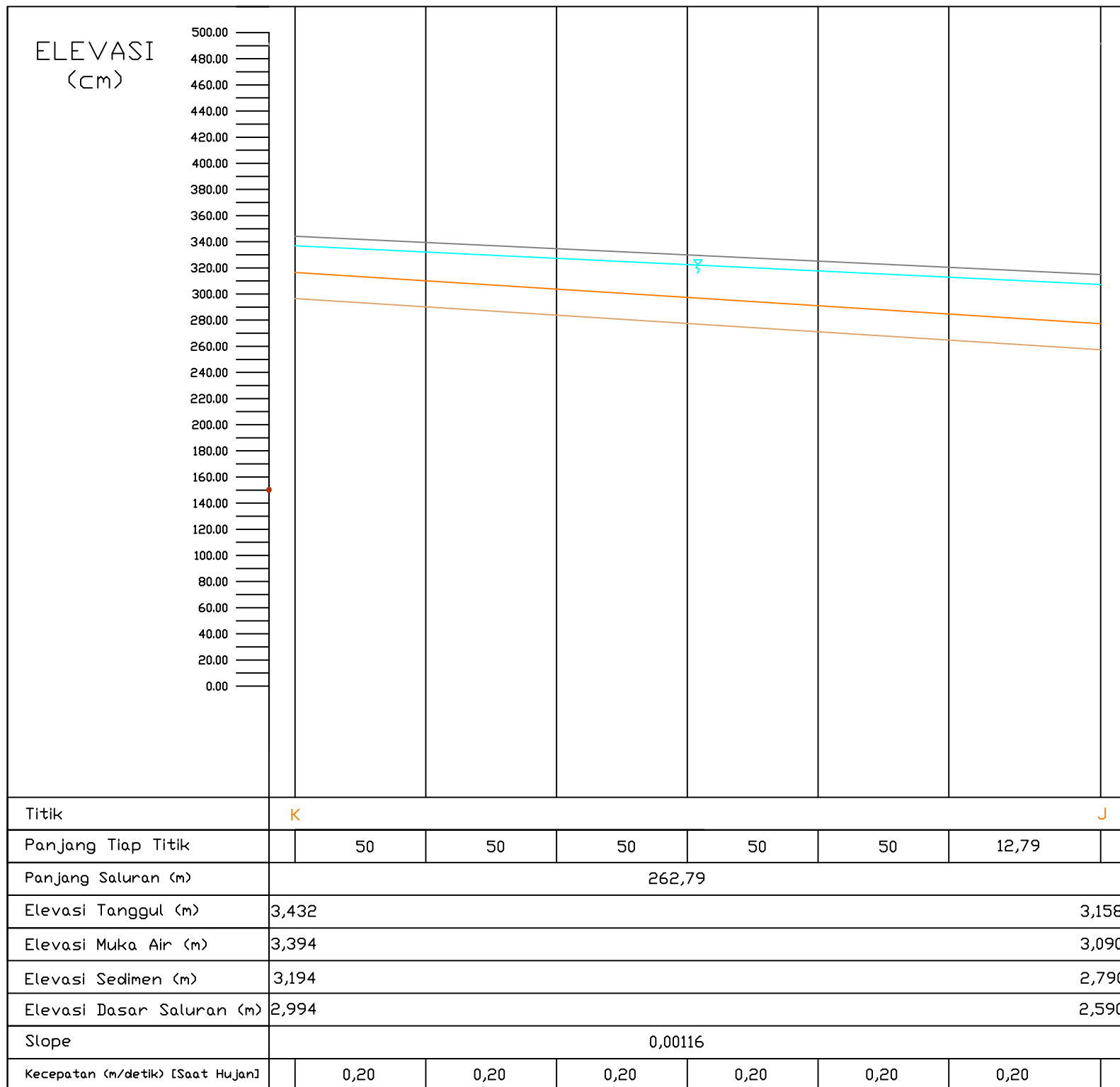
LAMPIRAN

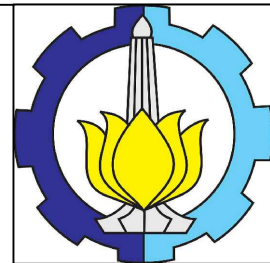
7

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40





TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN PRIMER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

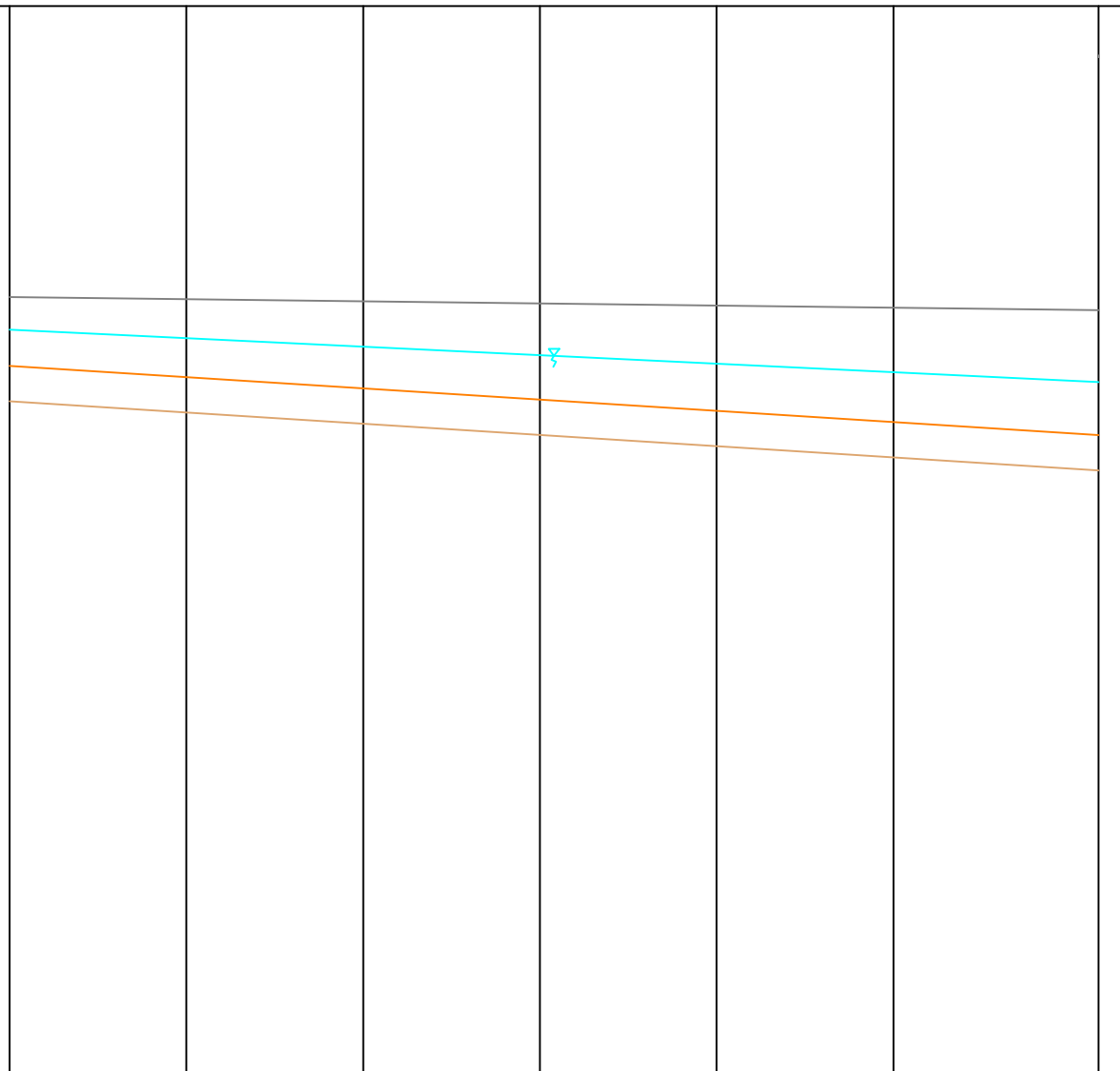
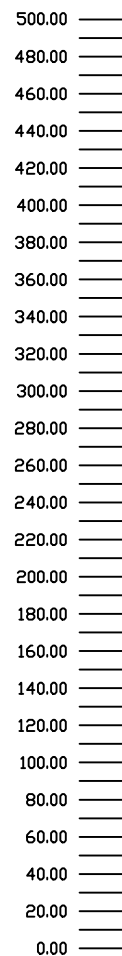
8

4

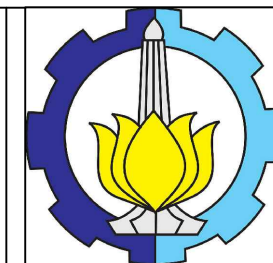
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	I L							
Panjang Tiap Titik		40	40	40	40	40	25,89	
Panjang Saluran (m)	225,89							
Elevasi Tanggul (m)	3,561							3,496
Elevasi Muka Air (m)	3,208							3,171
Elevasi Sedimen (m)	2,588							2,851
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,408							2,671
Slope	0,00116							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN PRIMER

NO. GAMBAR

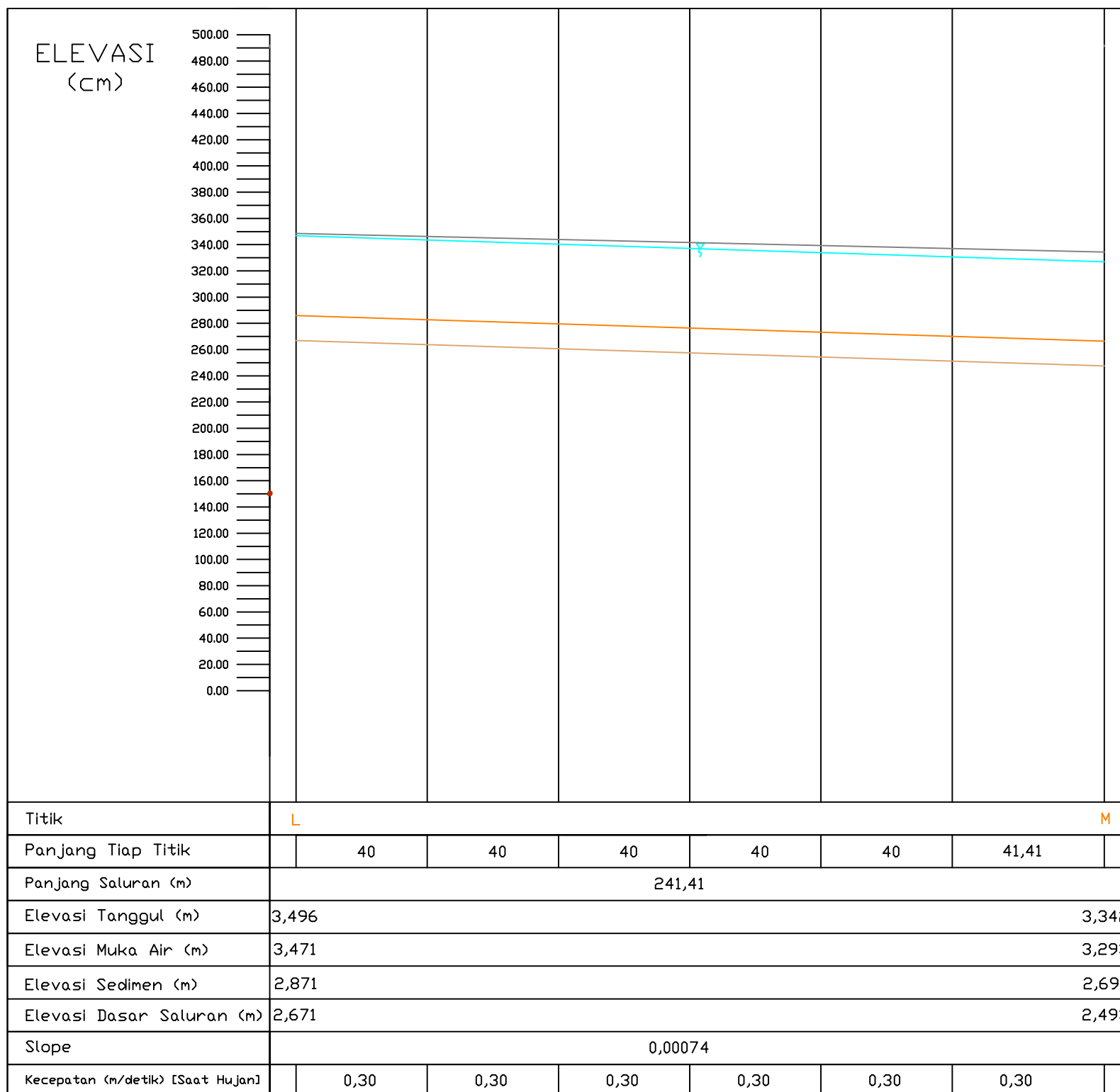
LAMPIRAN

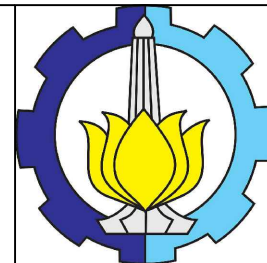
9

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40





TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN PRIMER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

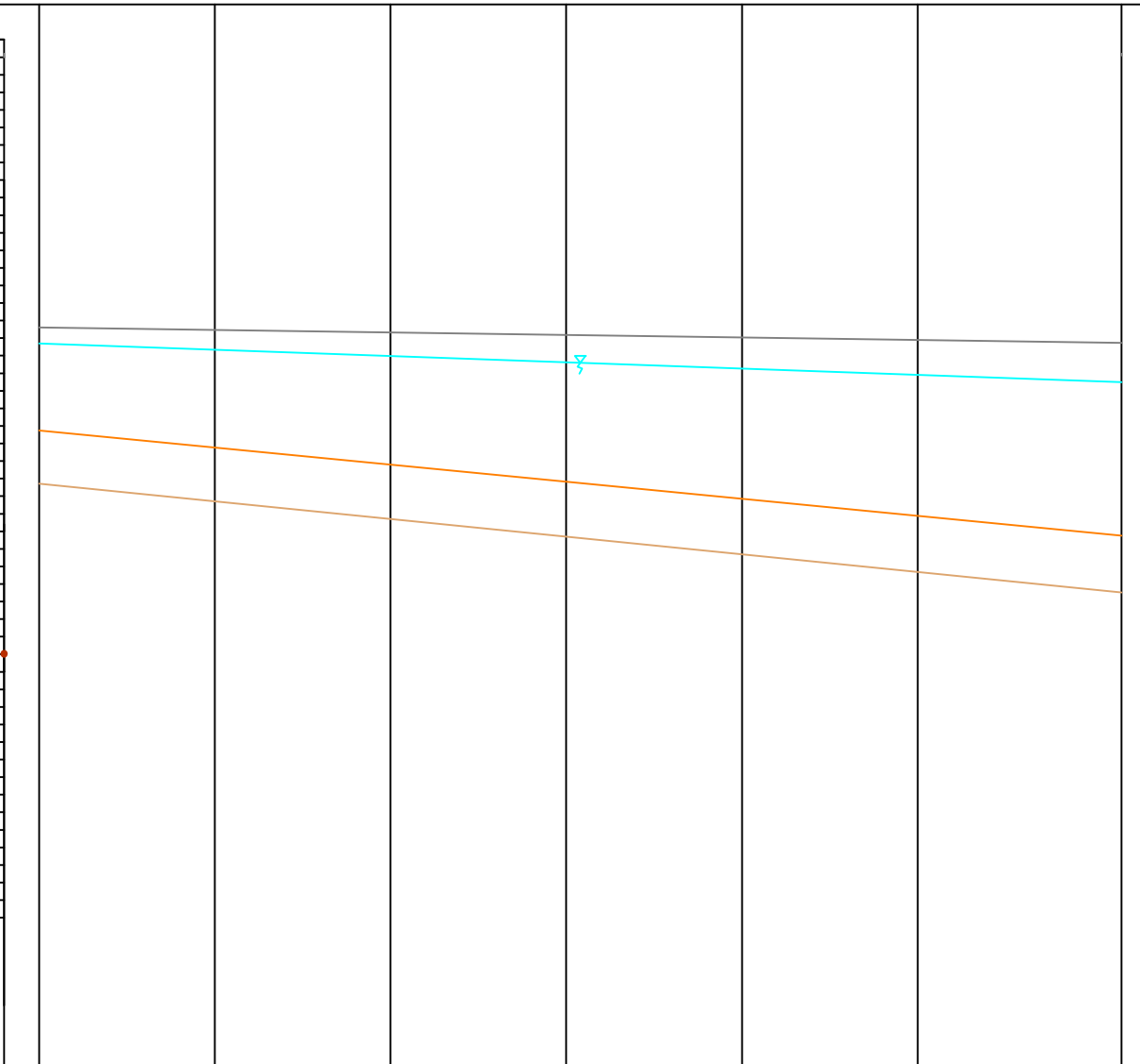
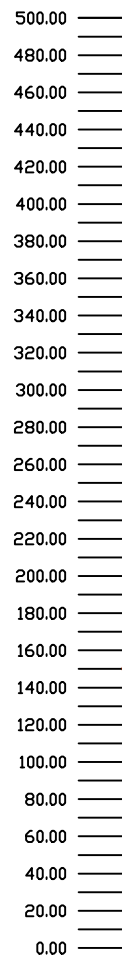
11

4

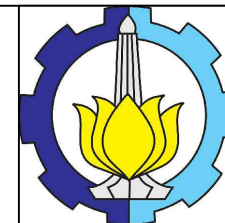
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	□ P						
Panjang Tiap Titik	80	80	80	80	80	53,24	
Panjang Saluran (m)	453,24						
Elevasi Tanggul (m)	3,628						3,507
Elevasi Muka Air (m)	3,565						3,540
Elevasi Sedimen (m)	2,745						2,720
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,565						2,540
Slope	0,00006						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN PRIMER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

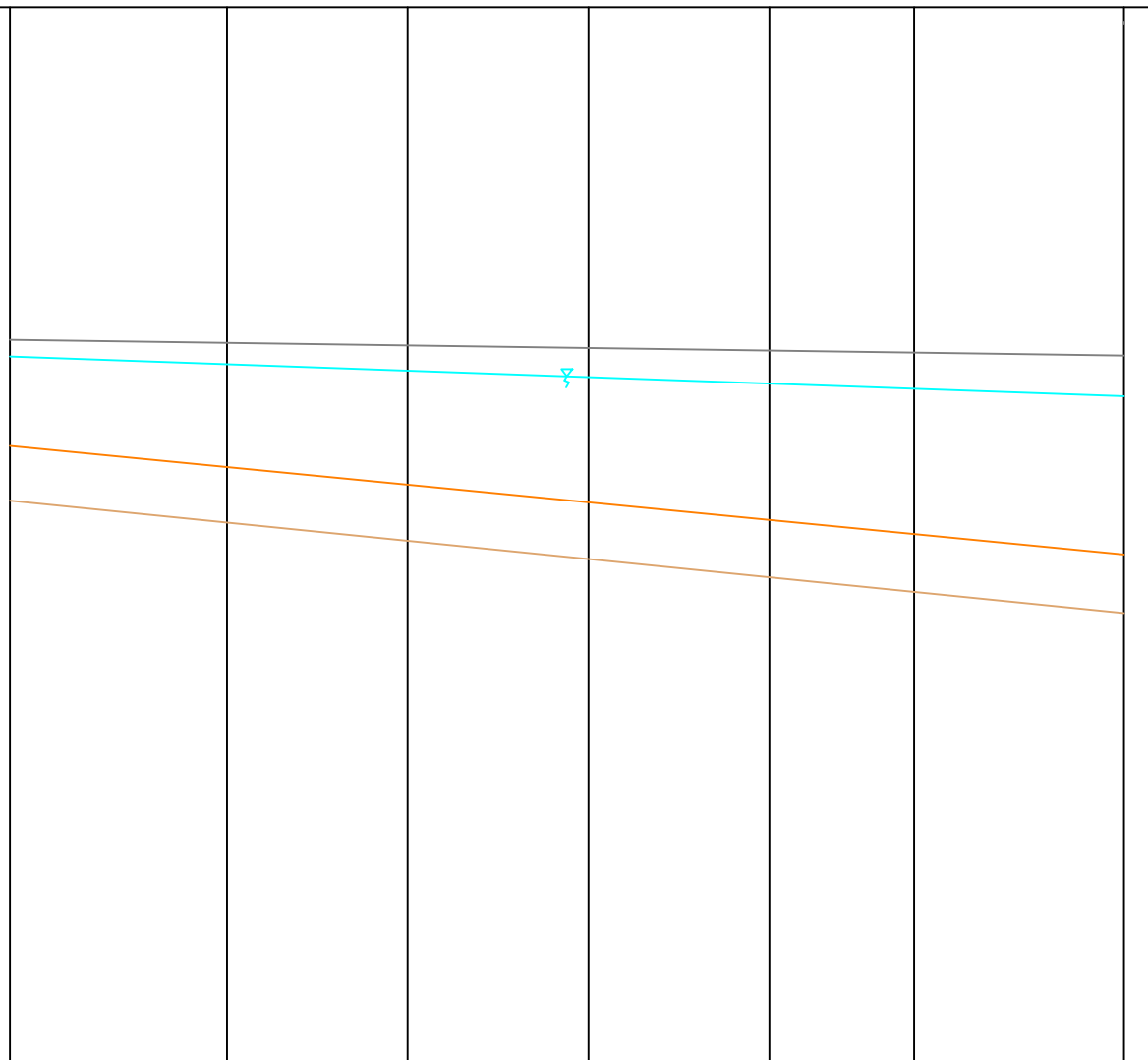
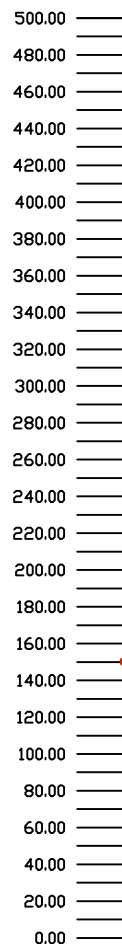
12

4

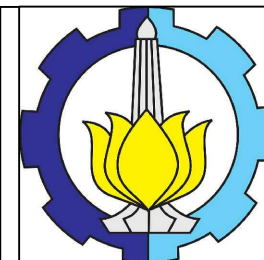
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	P A						
Panjang Tiap Titik	40	40	40	40	40	44,71	
Panjang Saluran (m)	244,71						
Elevasi Tanggul (m)	3,507						3,280
Elevasi Muka Air (m)	3,493						3,272
Elevasi Sedimen (m)	2,643						2,422
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,493						2,272
Slope	0,00090						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN PRIMER

NO. GAMBAR

13

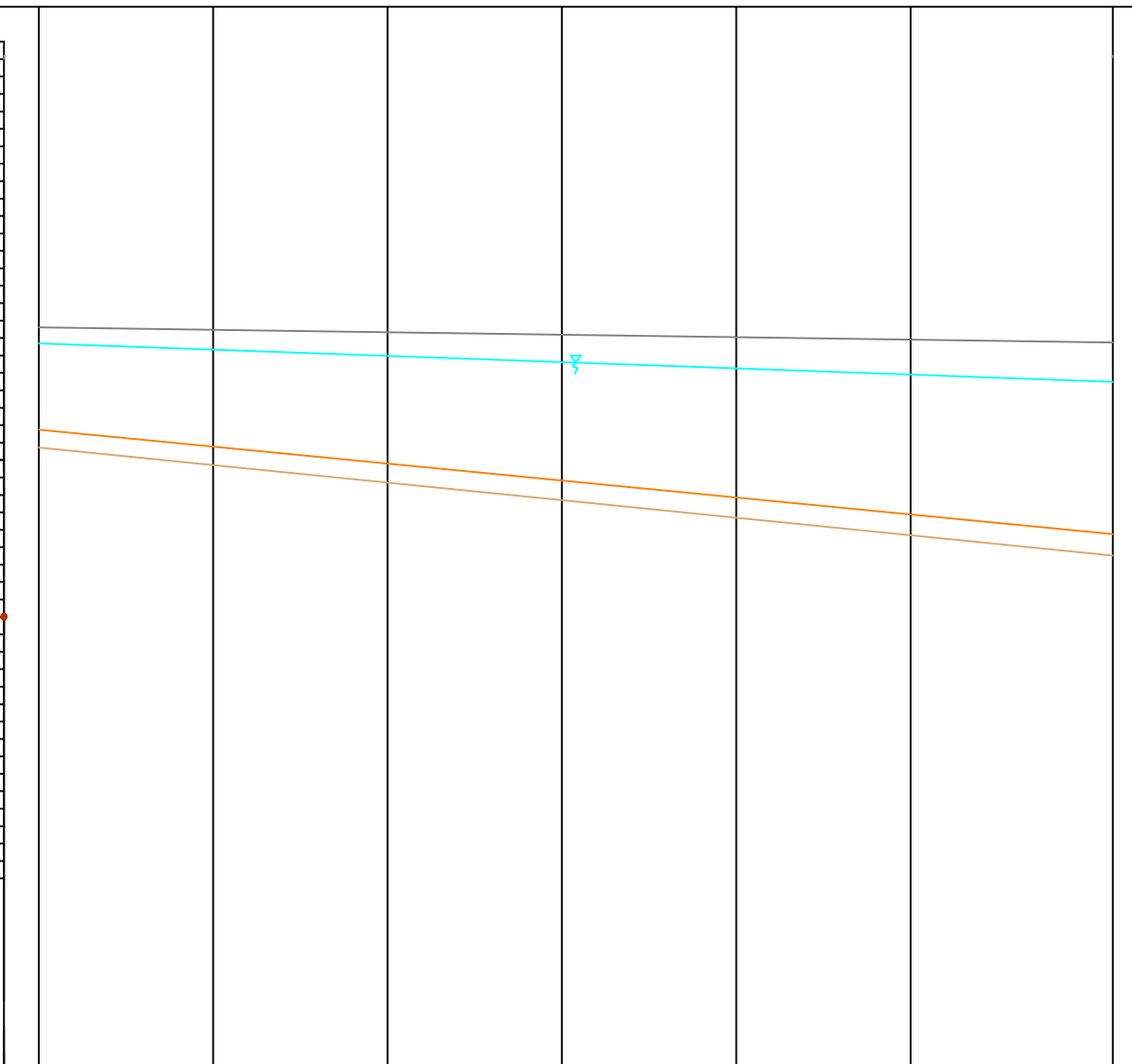
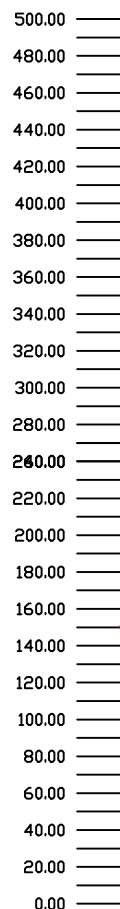
LAMPIRAN

4

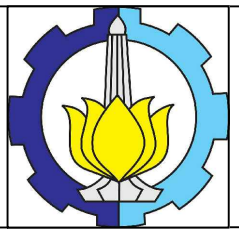
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	□ Q							
Panjang Tiap Titik		160	160	160	160	160	17,52	
Panjang Saluran (m)	817,52							
Elevasi Tanggul (m)	3,628							3,471
Elevasi Muka Air (m)	3,553							3,393
Elevasi Sedimen (m)	3,283							2,873
Elevasi Dasar Saluran (m)	3,053							2,593
Slope	0,00020							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.H.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN PRIMER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

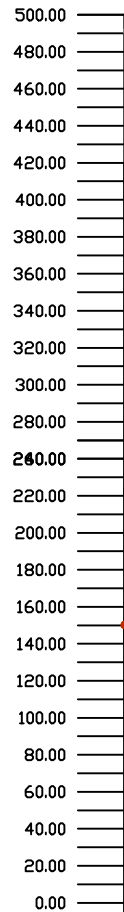
14

4

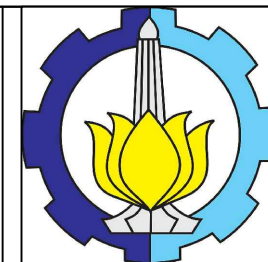
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	R							C
Panjang Tiap Titik		30	30	30	30	30	40,90	
Panjang Saluran (m)	190,90							
Elevasi Tanggul (m)	3,906							3,886
Elevasi Muka Air (m)	3,484							3,397
Elevasi Sedimen (m)	2,954							2,847
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,784							2,697
Slope	0,00046							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

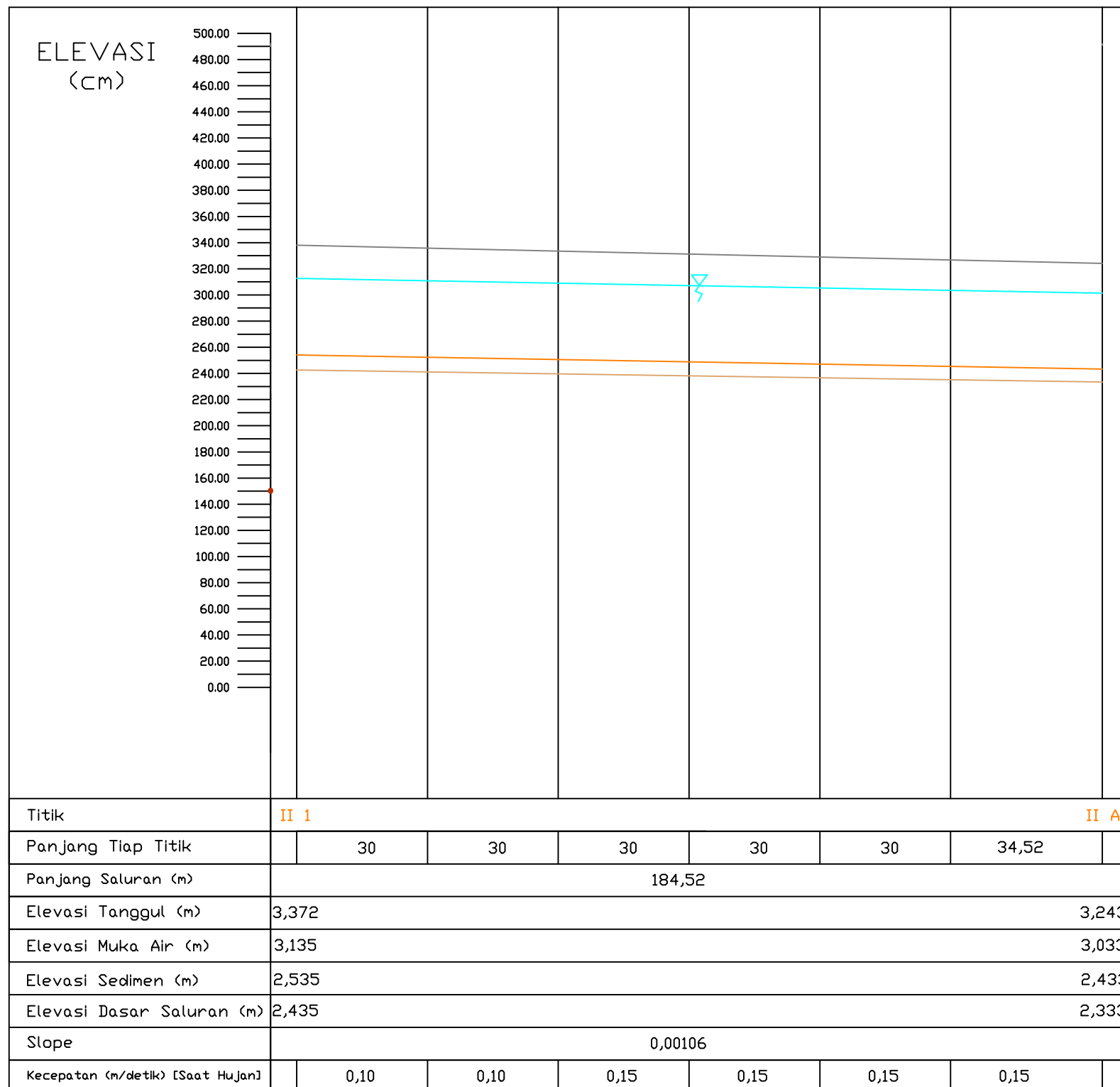
LAMPIRAN

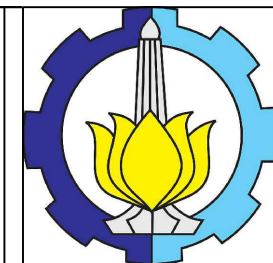
15

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40





TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. HAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

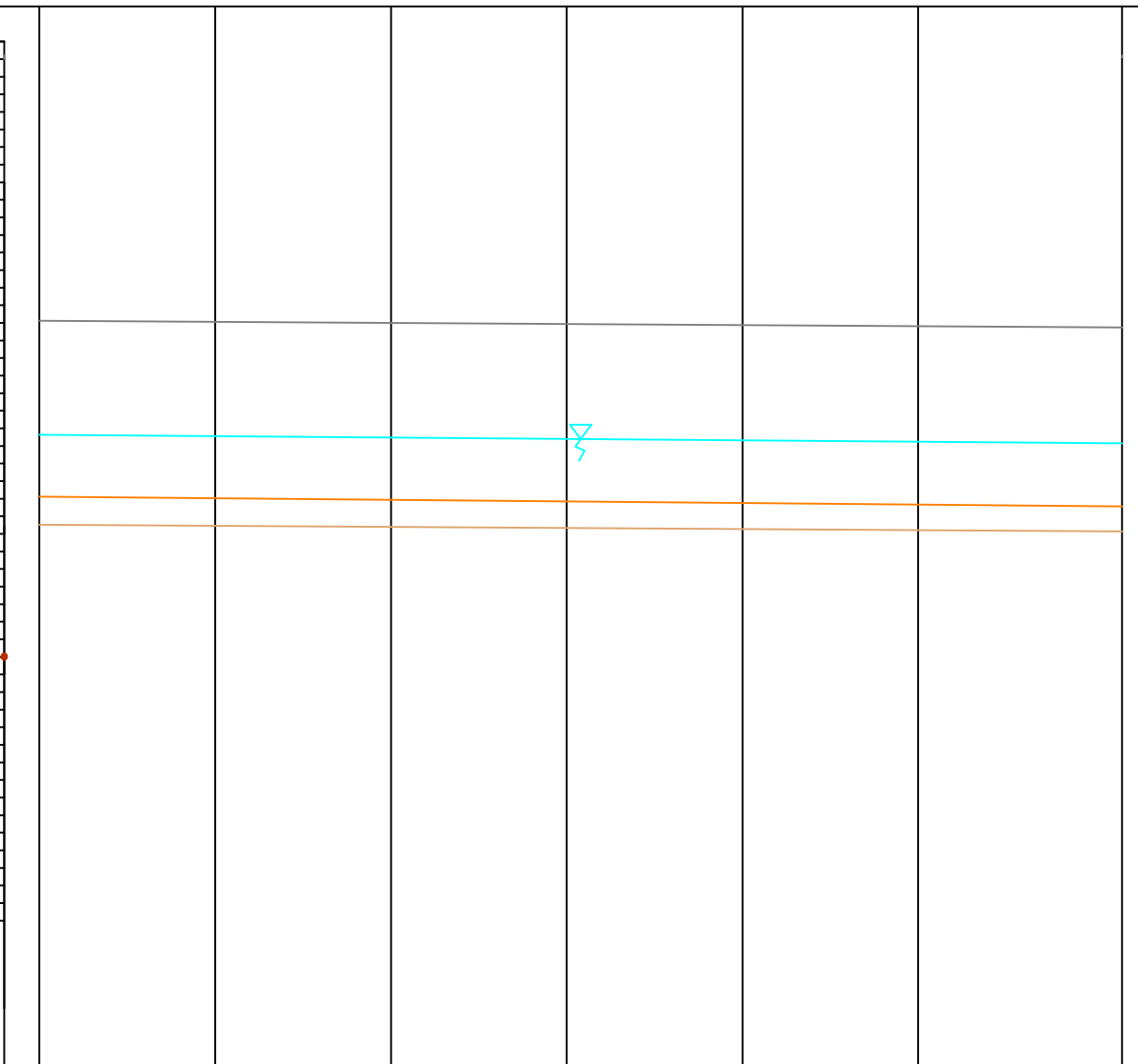
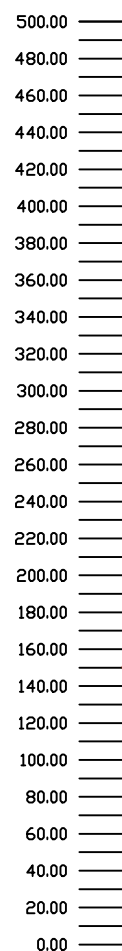
16

4

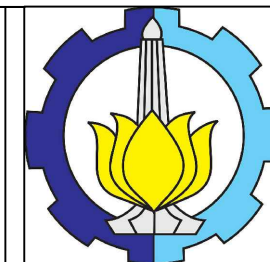
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II 2							II 1
Panjang Tiap Titik	40	40	40	40	40	40	3,32	
Panjang Saluran (m)	203,32							
Elevasi Tanggul (m)	3,402							3,372
Elevasi Muka Air (m)	2,779							2,721
Elevasi Sedimen (m)	2,419							2,361
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,279							2,221
Slope	0,00029							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, P.Eng.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

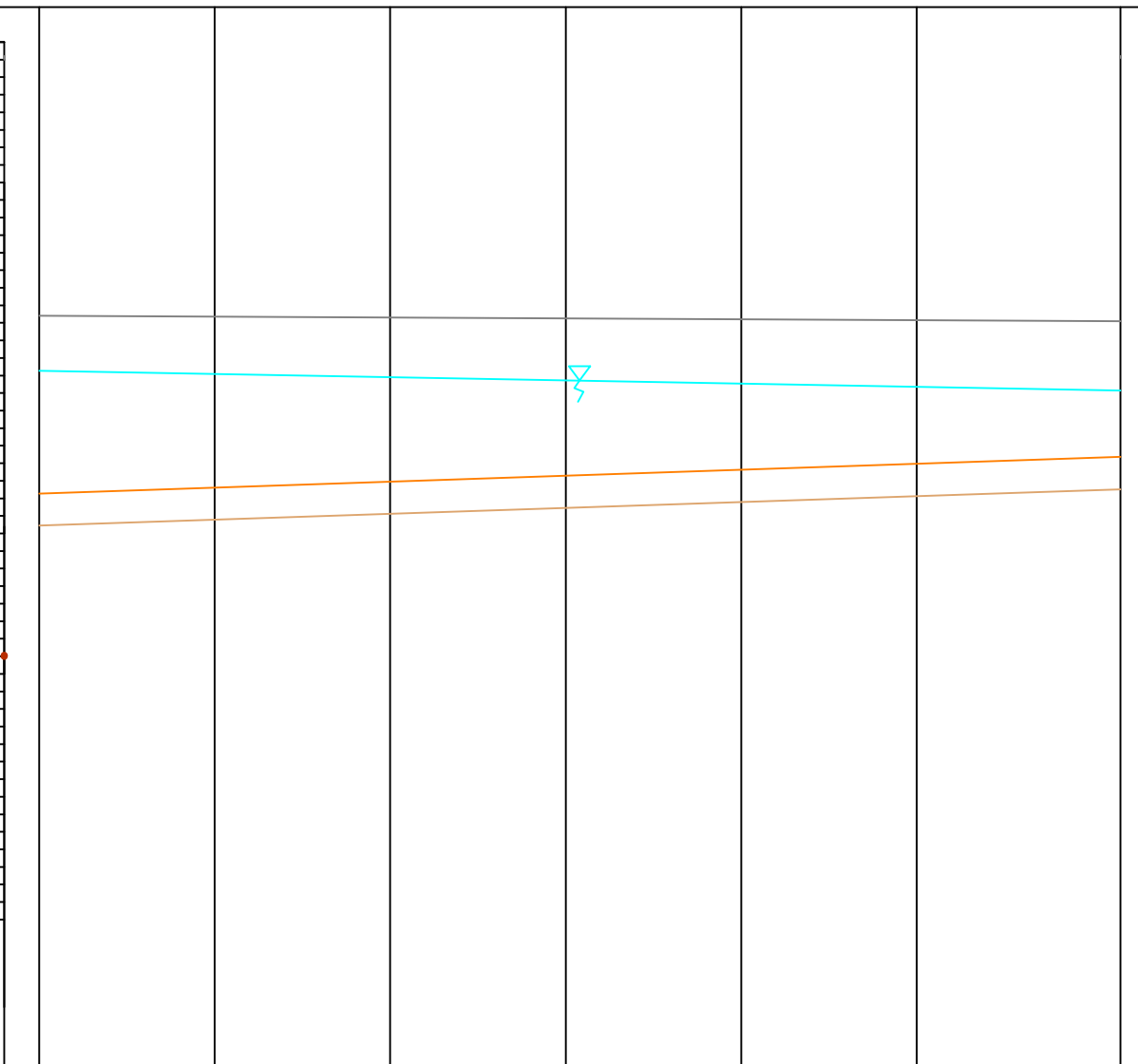
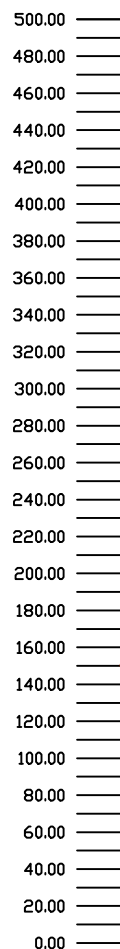
17

4

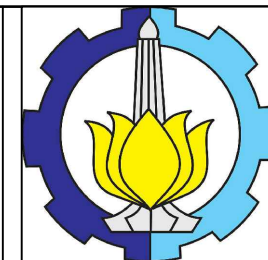
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II 3						II 2
Panjang Tiap Titik	30	30	30	30	30	12,17	
Panjang Saluran (m)	162,17						
Elevasi Tanggul (m)	3,421						3,402
Elevasi Muka Air (m)	3,080						2,979
Elevasi Sedimen (m)	2,540						2,439
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,380						2,279
Slope	0,00062						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDD FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

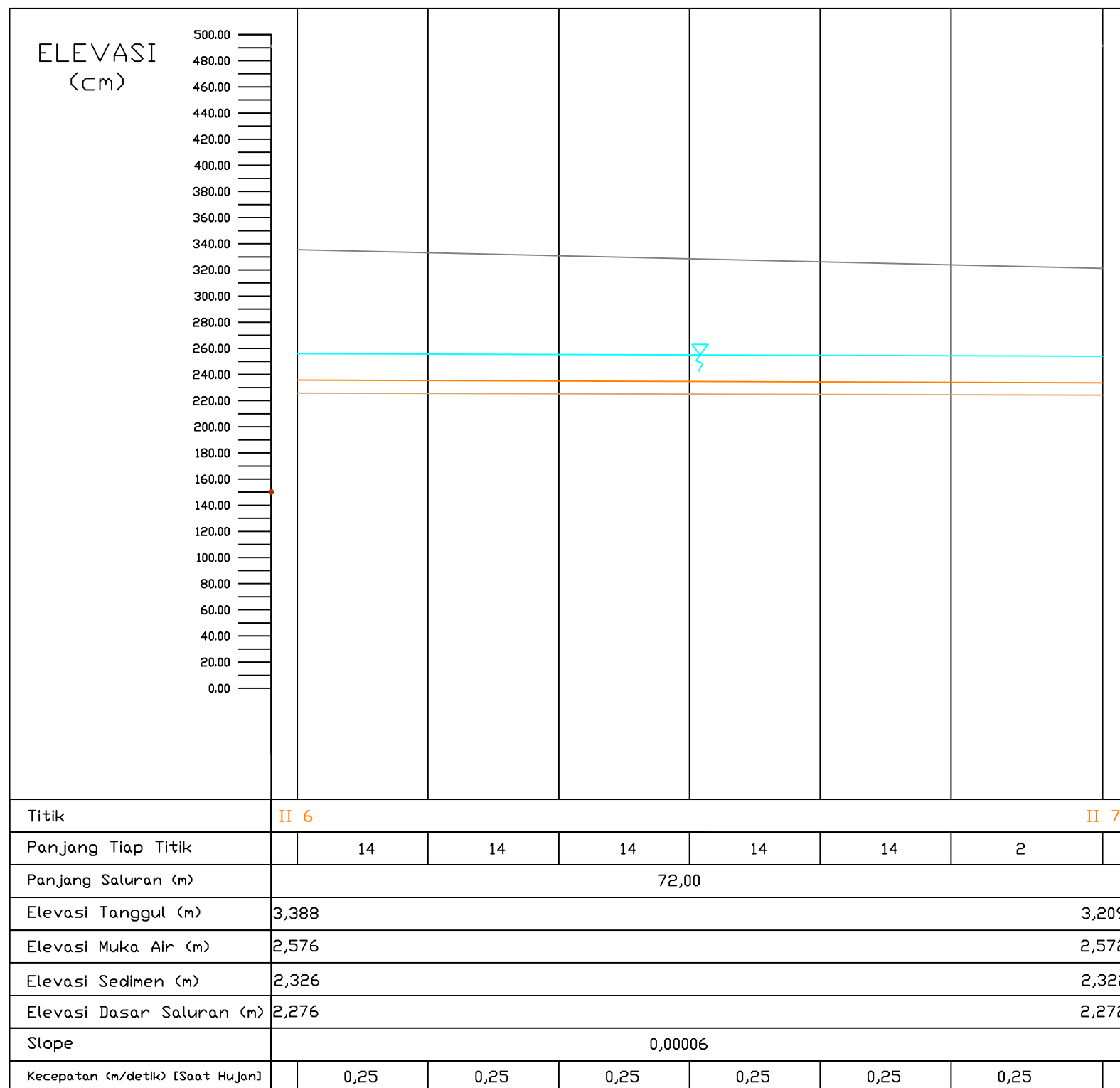
LAMPIRAN

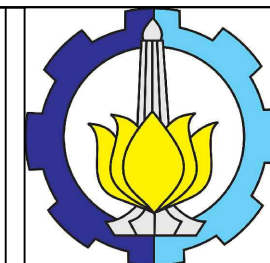
19

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40





TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

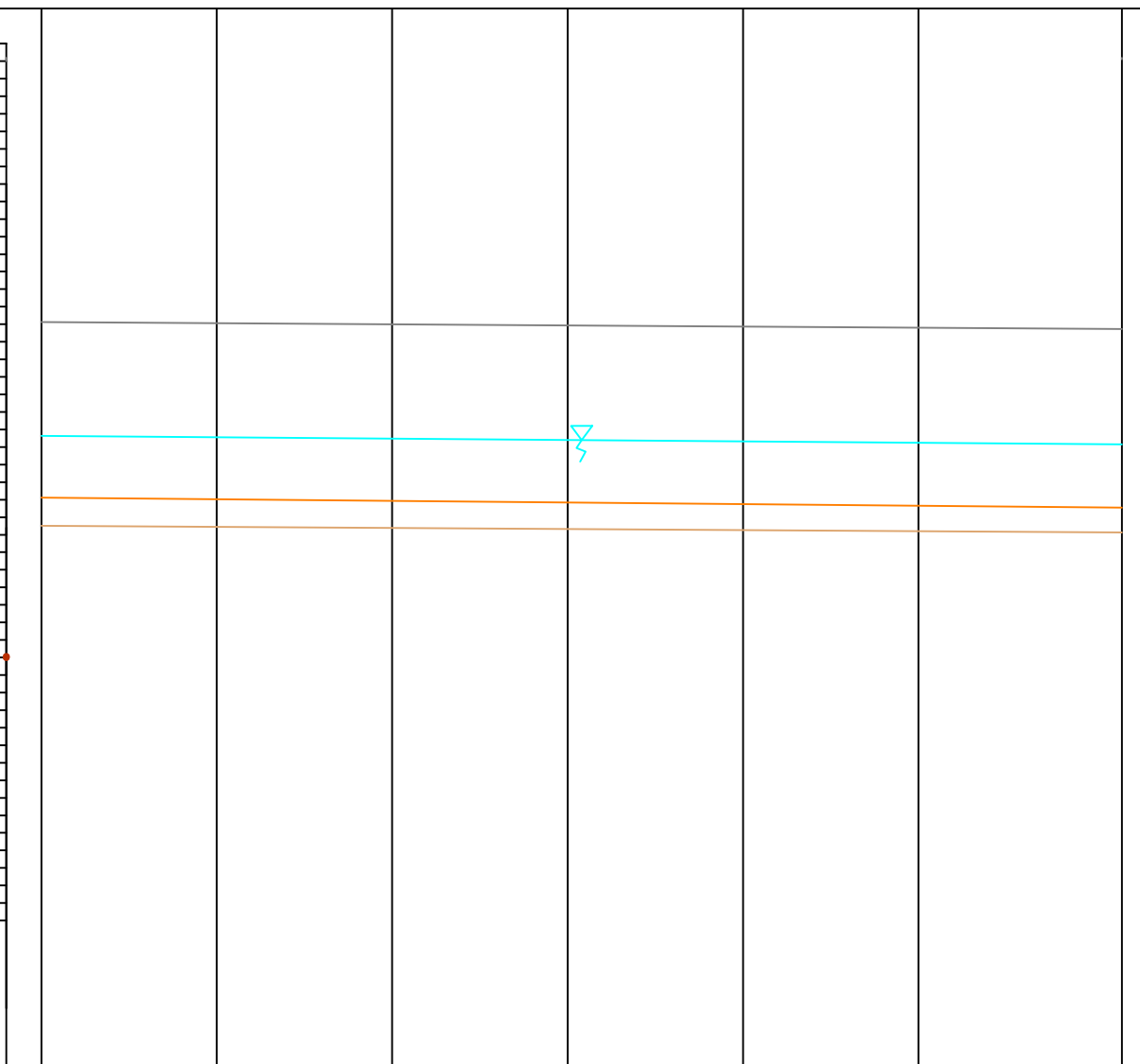
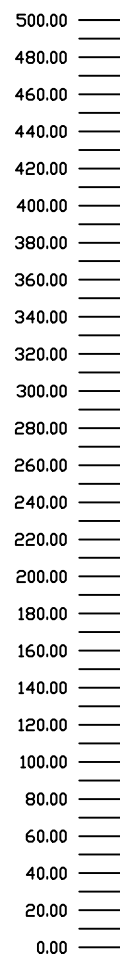
20

4

SKALA

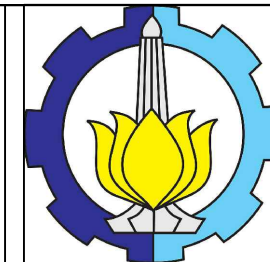
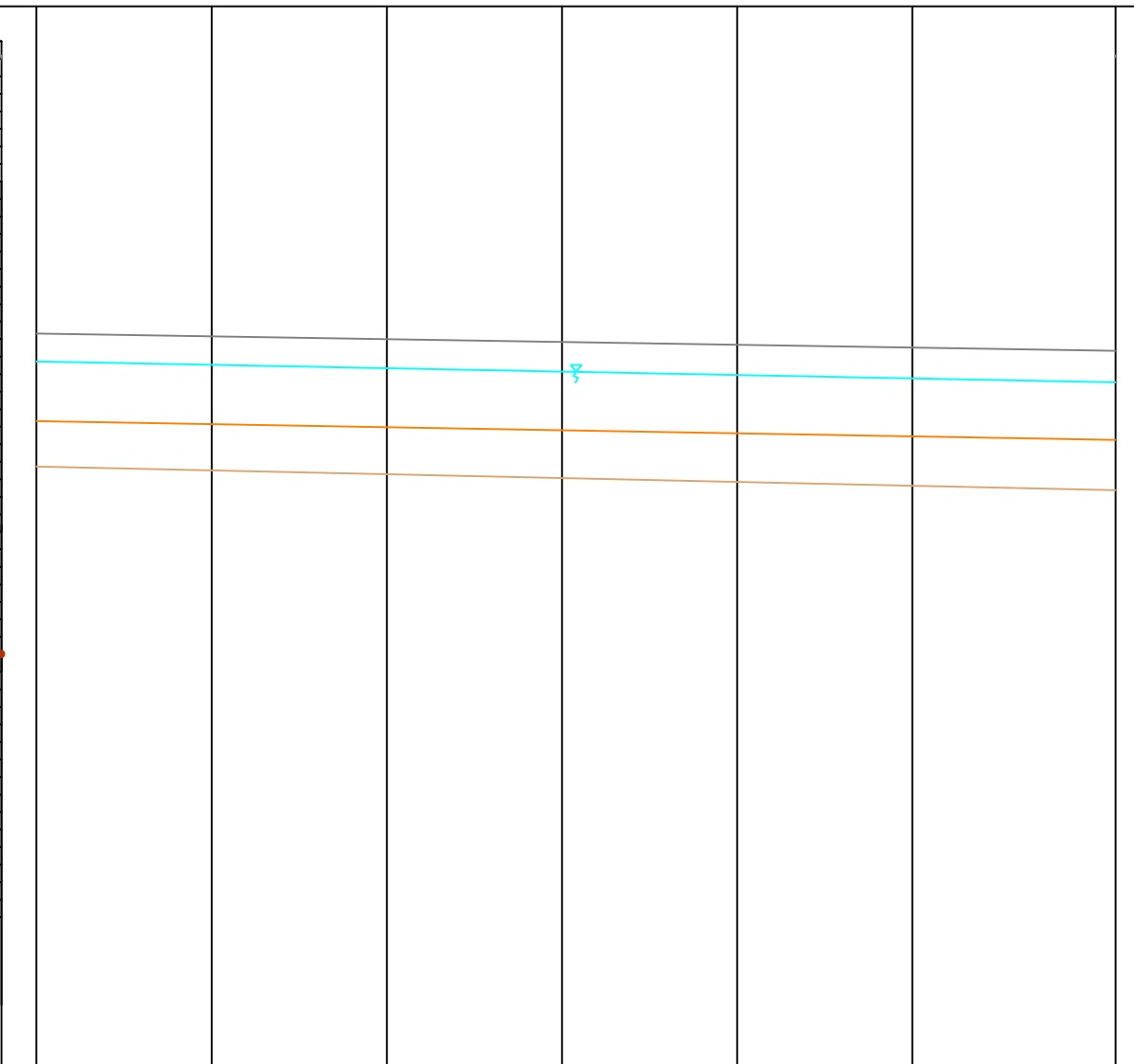
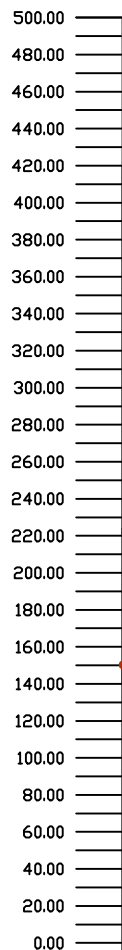
HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II 8 II 9						
Panjang Tiap Titik	30	30	30	30	30	12,34	
Panjang Saluran (m)	162,34						
Elevasi Tanggul (m)	3,235						3,223
Elevasi Muka Air (m)	3,176						3,019
Elevasi Sedimen (m)	2,756						2,591
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,576						2,419
Slope	0,00097						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	

ELEVASI
(cm)



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. HAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

21

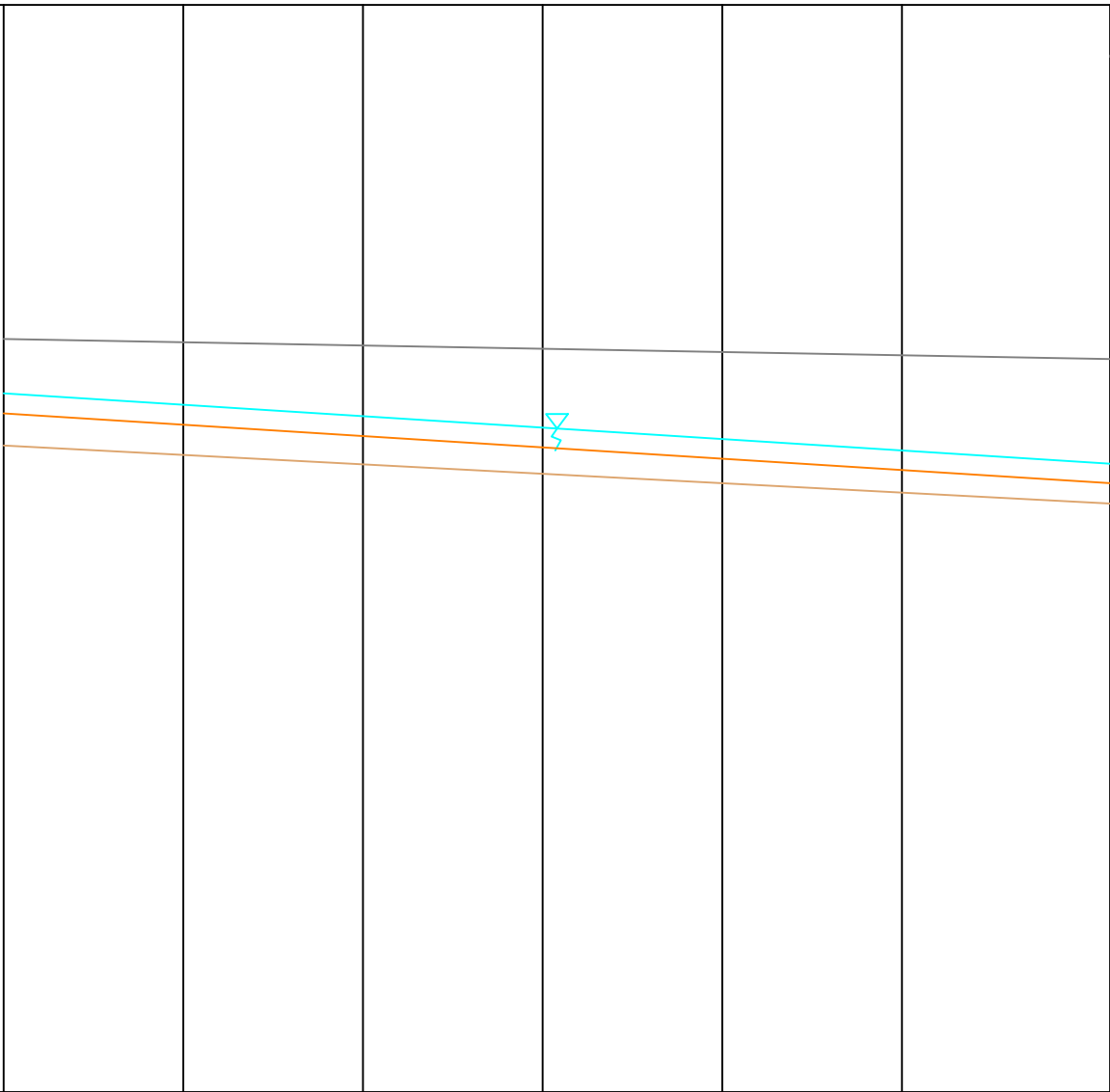
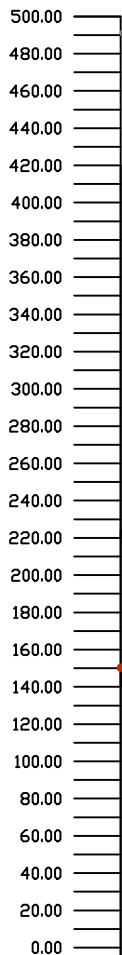
4

SKALA

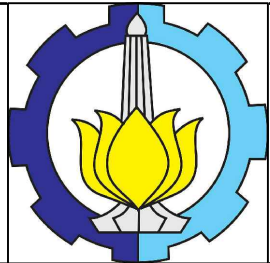
HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

Titik	II10							II11
Panjang Tiap Titik		20	20	20	20	20	26,44	
Panjang Saluran (m)	126,44							
Elevasi Tanggul (m)	3,318							3,223
Elevasi Muka Air (m)	3,176							3,059
Elevasi Sedimen (m)	2,876							2,719
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,579							2,429
Slope	0,00095							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	

ELEVASI
(cm)



Titik	II 12							II 8
Panjang Tiap Titik		40	40	40	40	40	14,13	
Panjang Saluran (m)	214,13							
Elevasi Tanggul (m)	3,325							3,235
Elevasi Muka Air (m)	3,058							2,669
Elevasi Sedimen (m)	2,918							2,559
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,778							2,419
Slope	0,00159							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

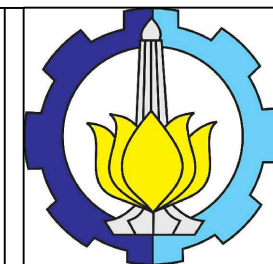
LAMPIRAN

22

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. HAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

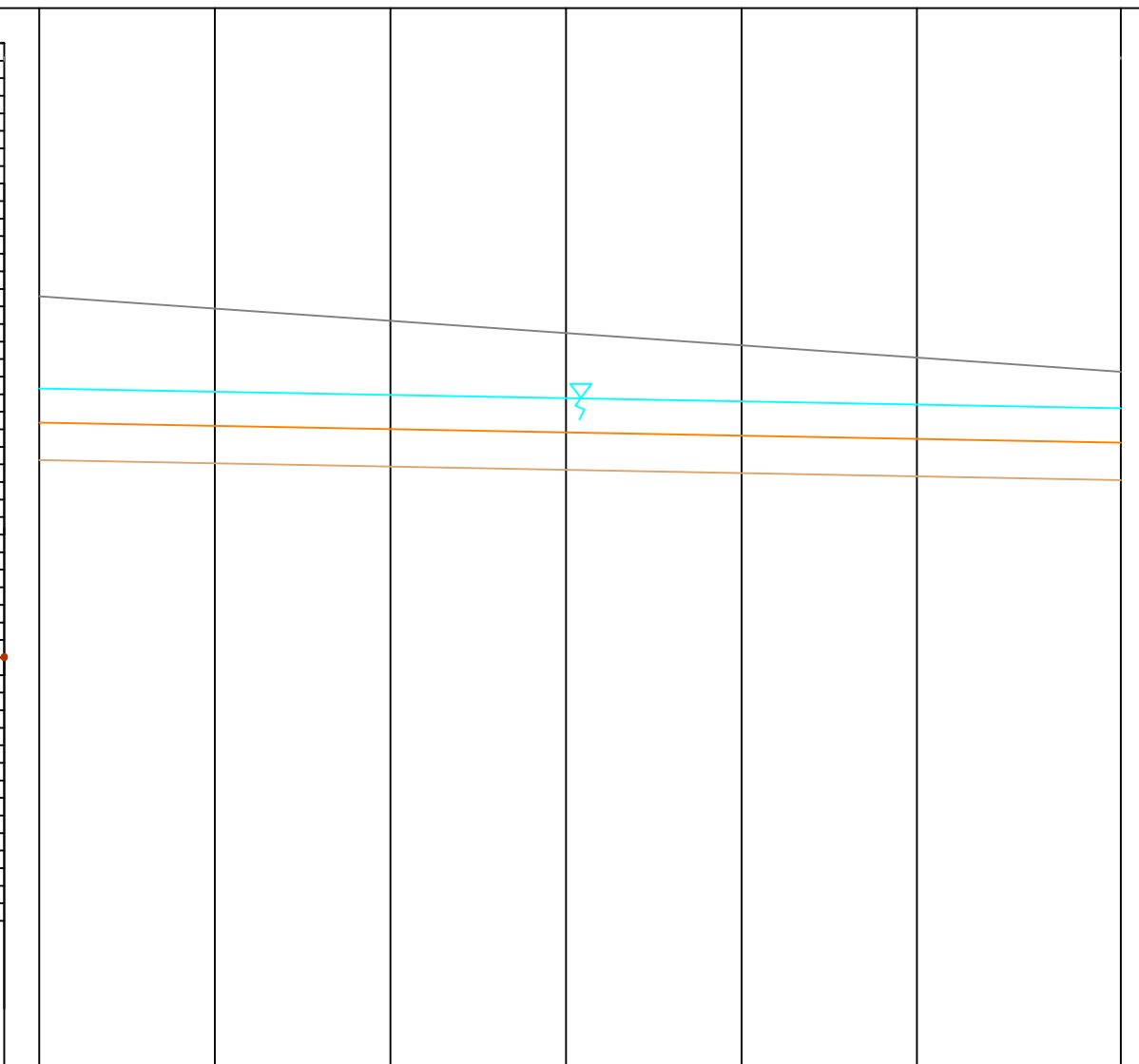
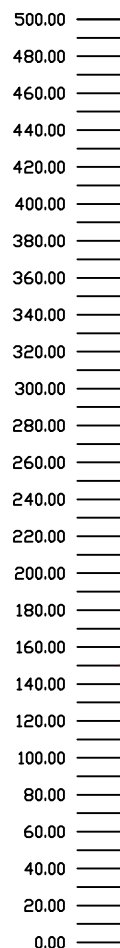
23

4

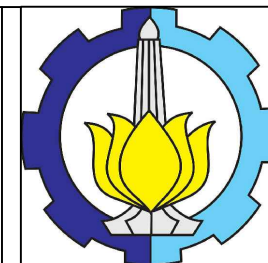
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II 13 II 14						
Panjang Tiap Titik	40	40	40	40	40	16,90	
Panjang Saluran (m)	216,90						
Elevasi Tanggul (m)	3,533 3,112						
Elevasi Muka Air (m)	3,010 2,910						
Elevasi Sedimen (m)	2,810 2,710						
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,610 2,510						
Slope	0,00046						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

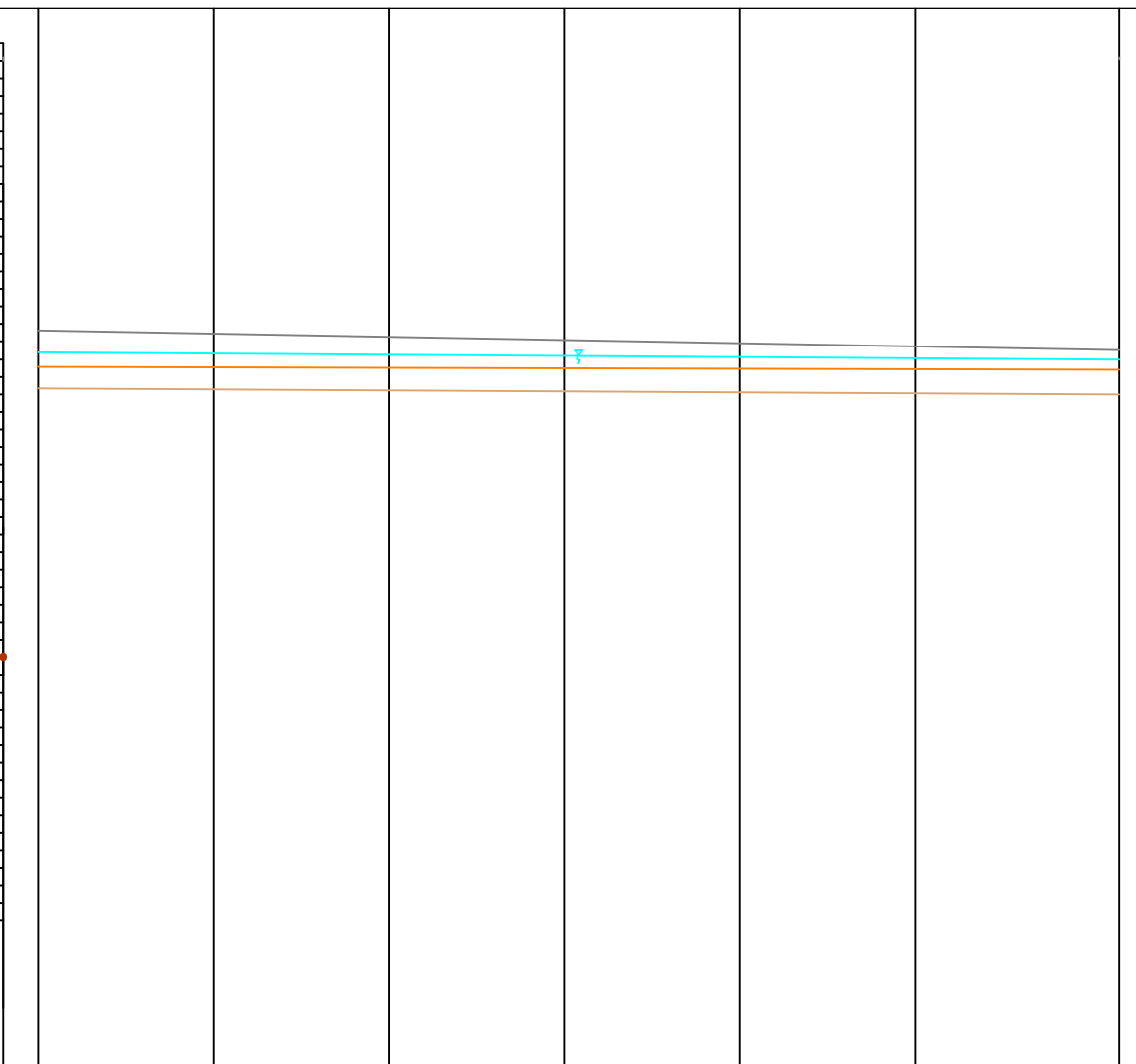
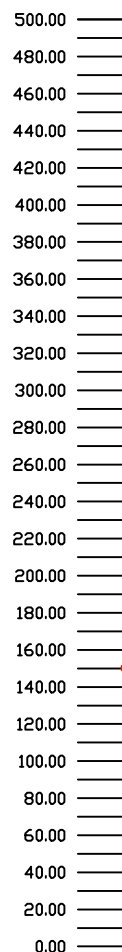
24

4

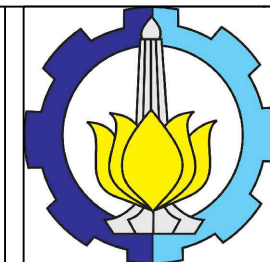
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II 15 II 16						
Panjang Tiap Titik	40	40	40	40	40	3,32	
Panjang Saluran (m)	203,32						
Elevasi Tanggul (m)	3,360						3,265
Elevasi Muka Air (m)	3,227						3,200
Elevasi Sedimen (m)	3,187						3,160
Elevasi Dasar Saluran (m)	3,027						3,000
Slope	0,00010						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

25

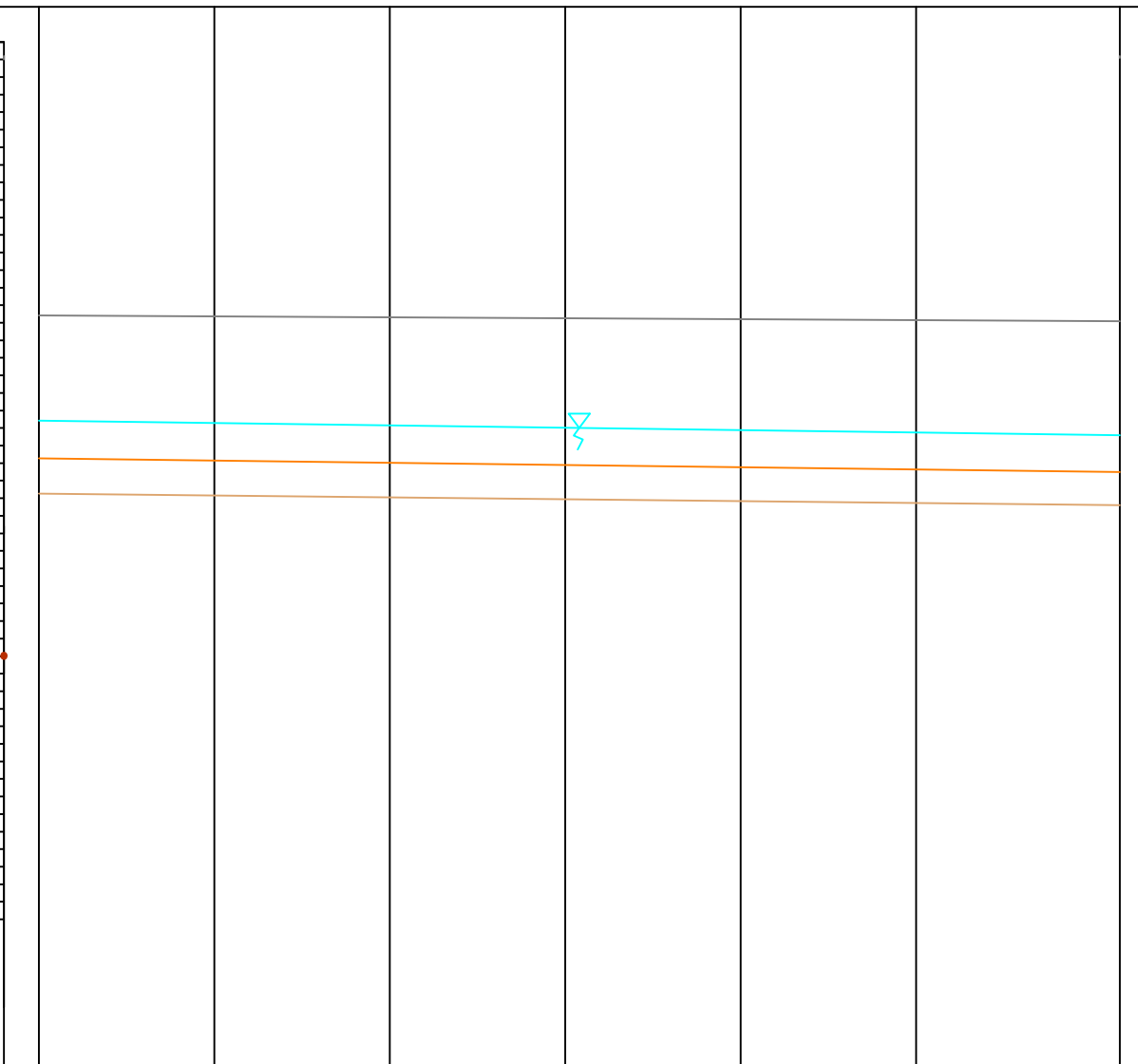
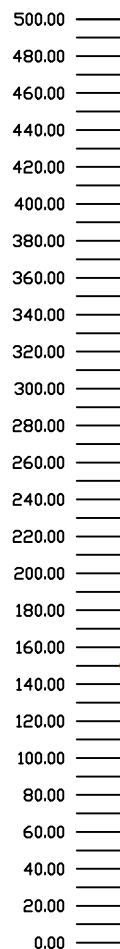
LAMPIRAN

4

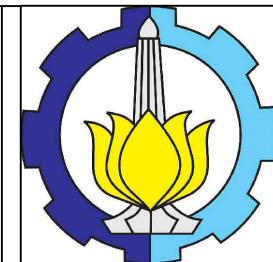
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II 17 II 18						
Panjang Tiap Titik	30	30	30	30	30	9,49	
Panjang Saluran (m)	159,49						
Elevasi Tanggul (m)	3,445 3,393						
Elevasi Muka Air (m)	2,818 2,776						
Elevasi Sedimen (m)	2,618 2,576						
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,418 2,376						
Slope	0,00026						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDD FIKRI ALVIN
3313100066

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

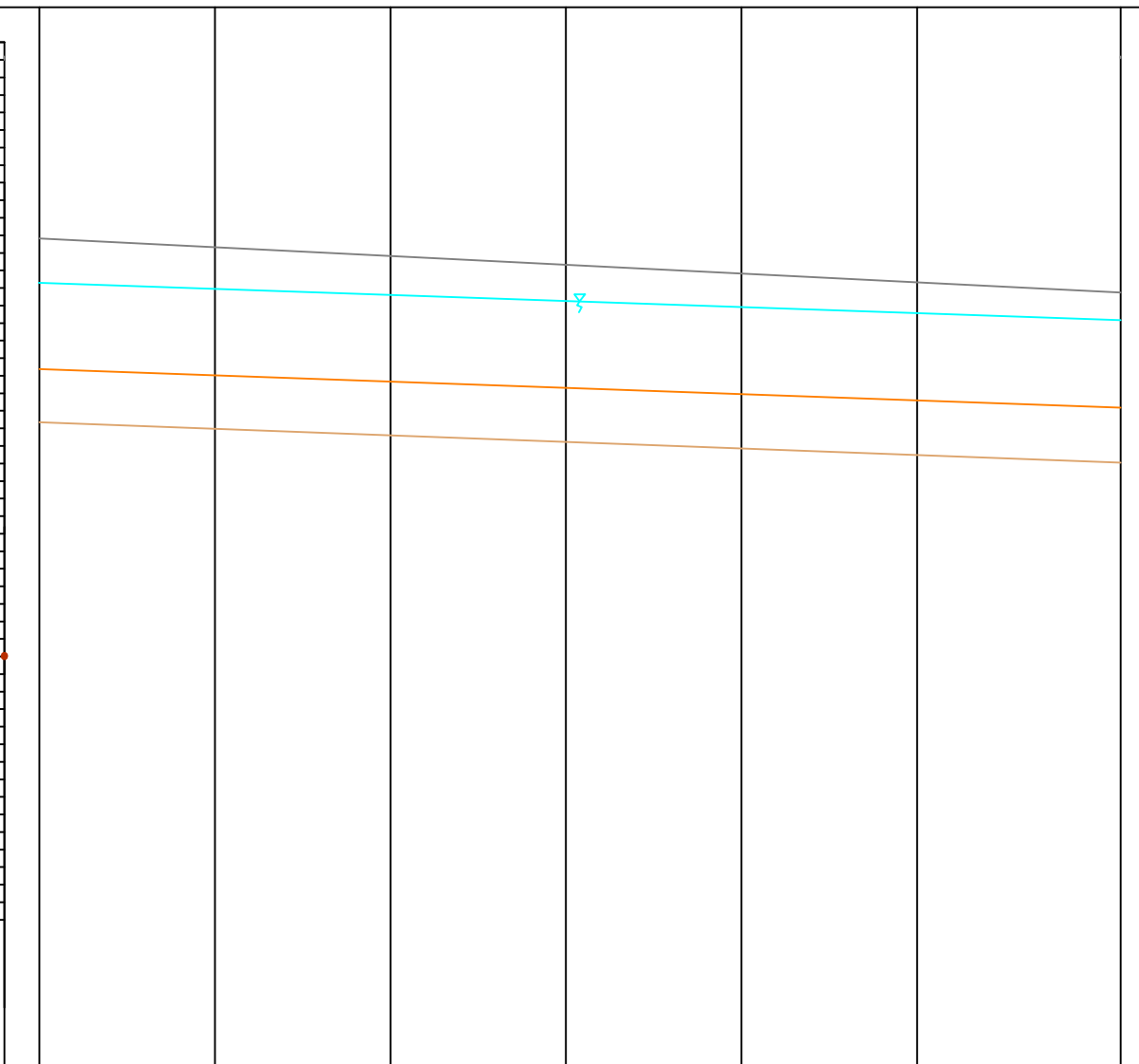
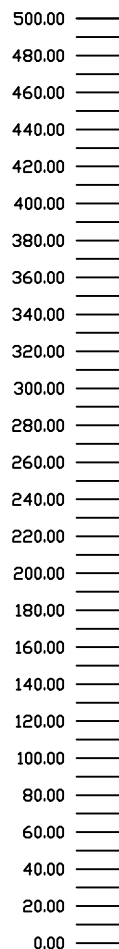
26

4

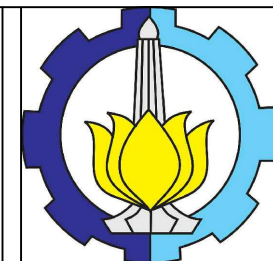
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II18 II19						
Panjang Tiap Titik	50	50	50	50	50	32,08	
Panjang Saluran (m)	282,08						
Elevasi Tanggul (m)	3,895						3,581
Elevasi Muka Air (m)	3,628						3,406
Elevasi Sedimen (m)	3,128						2,906
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,828						2,606
Slope	0,00079						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDD FIKRI ALVIN
3913100066

DOSEN PEMBIMBING

Ir. HAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

27

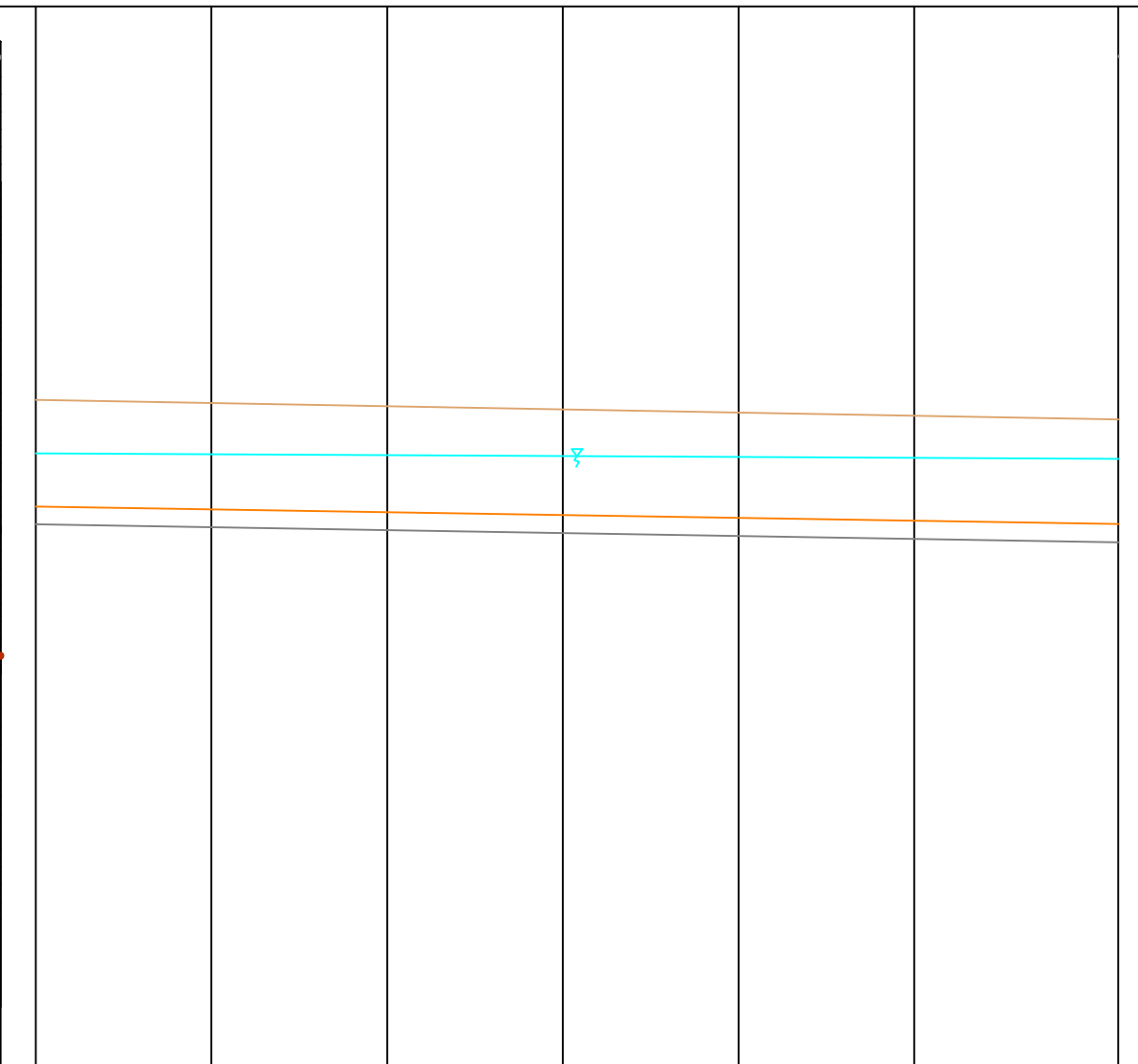
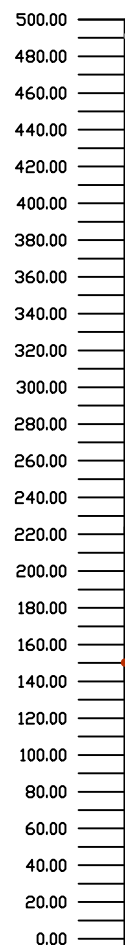
LAMPIRAN

4

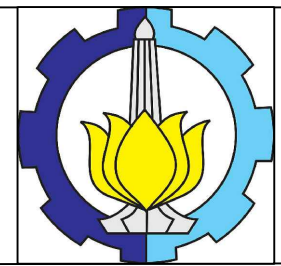
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II20						II21
Panjang Tiap Titik	30	30	30	30	30	33,76	
Panjang Saluran (m)	389,34						
Elevasi Tanggul (m)	3,366						3,282
Elevasi Muka Air (m)	2,673						2,653
Elevasi Sedimen (m)	2,373						2,263
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,273						2,163
Slope	0,00070						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

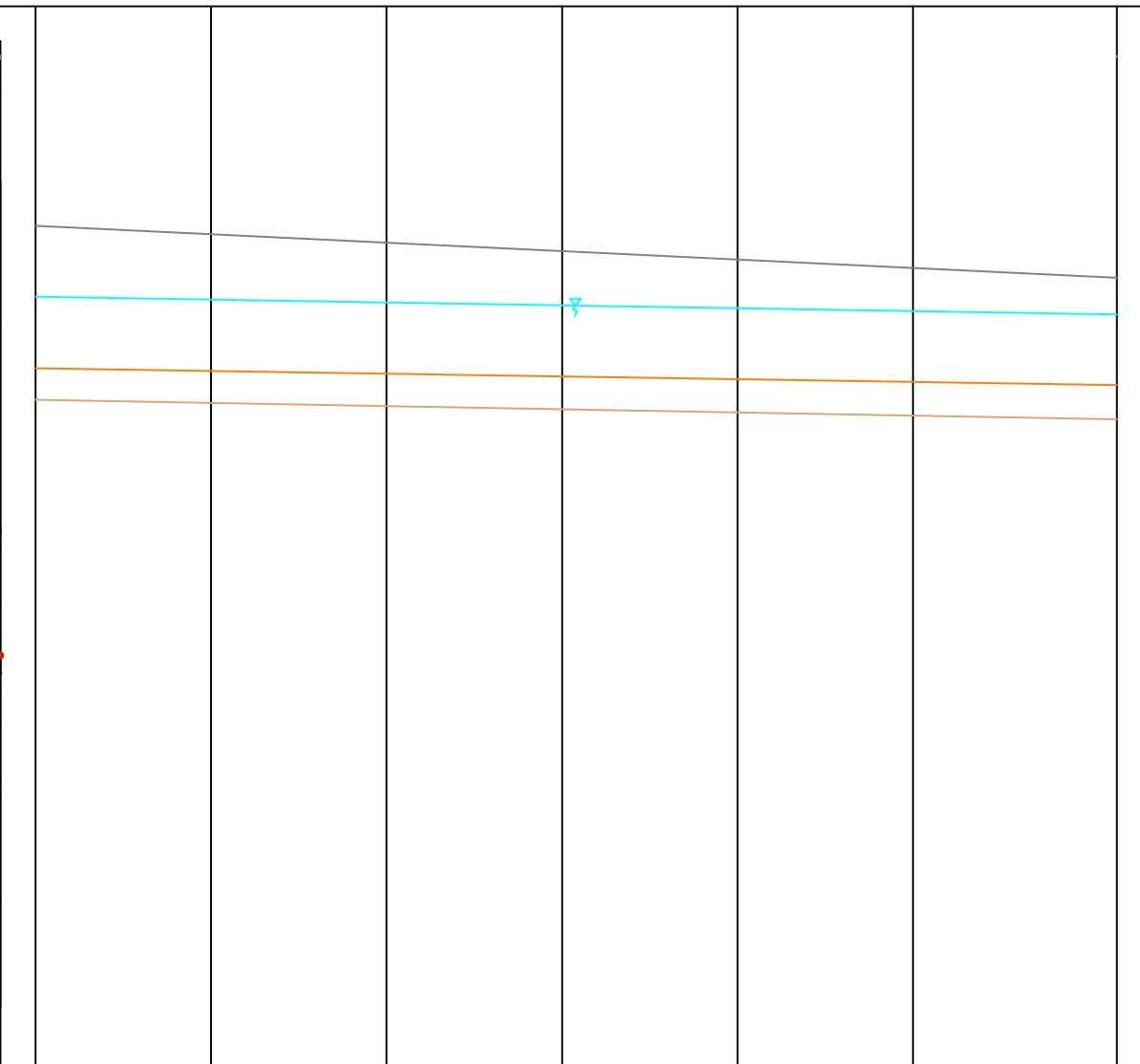
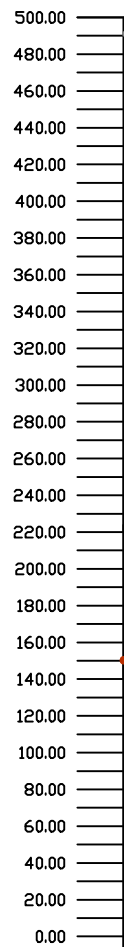
28

4

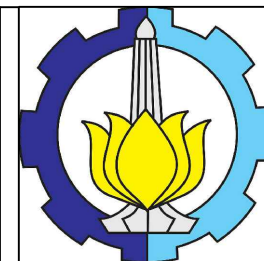
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II22							II23
Panjang Tiap Titik		30	30	30	30	30	33,76	
Panjang Saluran (m)	183,76							
Elevasi Tanggul (m)	3,945							3,665
Elevasi Muka Air (m)	3,578							3,450
Elevasi Sedimen (m)	3,178							3,050
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,978							2,850
Slope	0,00070							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

29

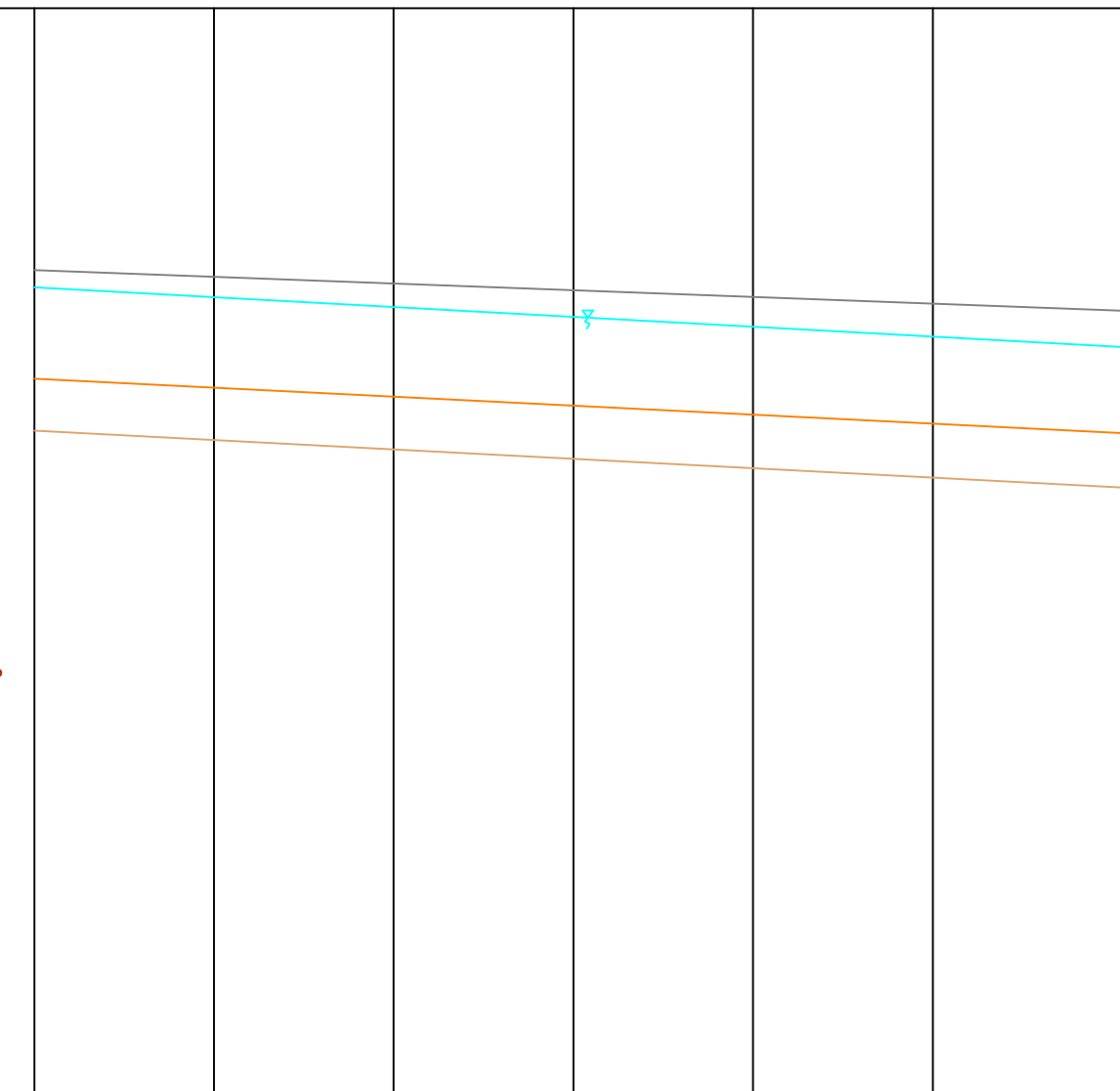
4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)

500.00
480.00
460.00
440.00
420.00
400.00
380.00
360.00
340.00
320.00
300.00
280.00
260.00
240.00
220.00
200.00
180.00
160.00
140.00
120.00
100.00
80.00
60.00
40.00
20.00
0.00



Titik	II24							P
Panjang Tiap Titik		30	30	30	30	30	33,76	
Panjang Saluran (m)	186,54							
Elevasi Tanggul (m)	3,739							3,507
Elevasi Muka Air (m)	3,651							3,302
Elevasi Sedimen (m)	3,151							2,802
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,851							2,502
Slope	0,00187							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.H.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

30

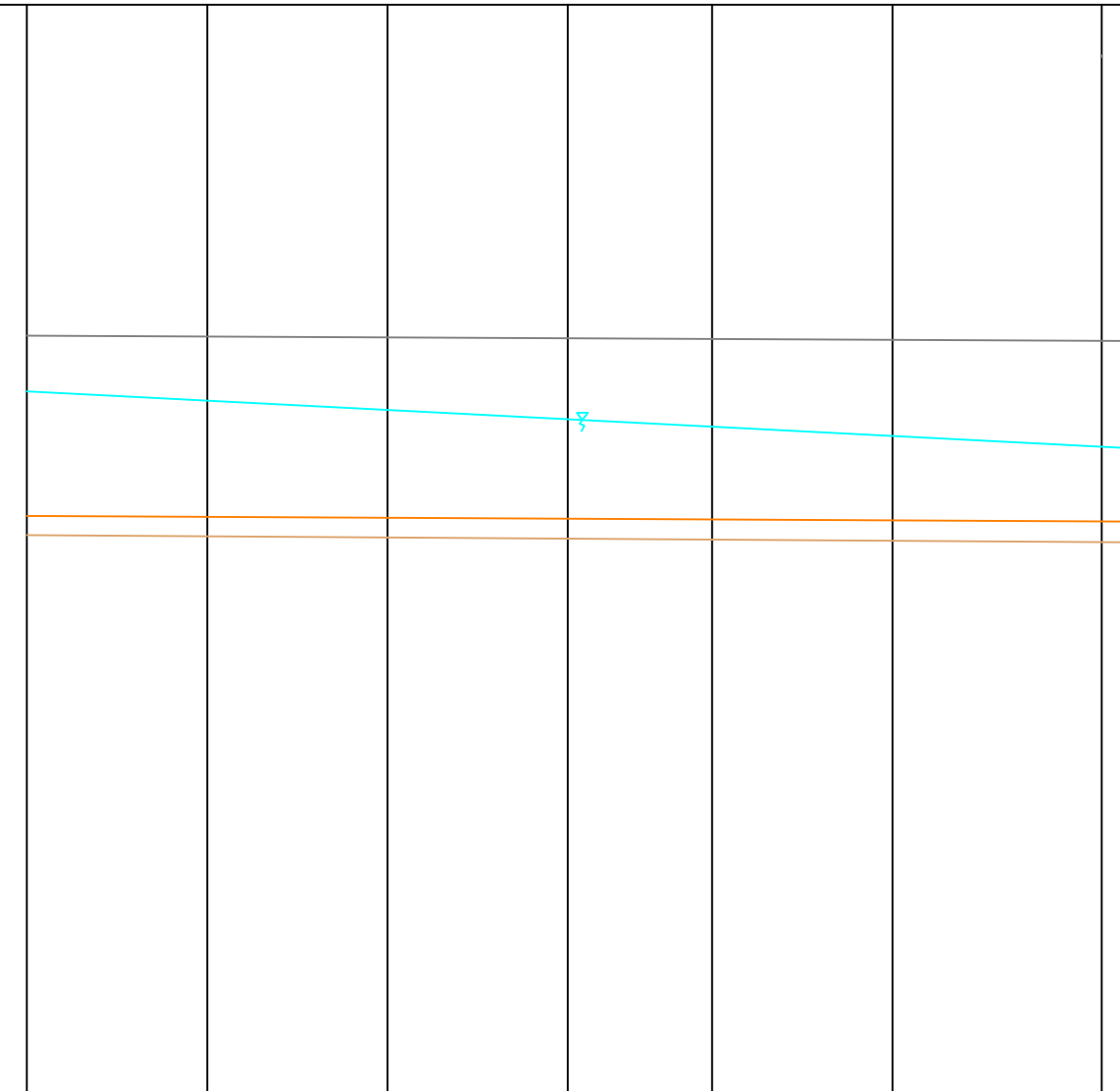
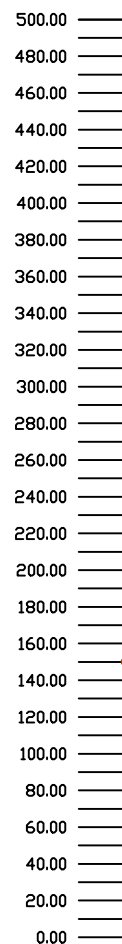
LAMPIRAN

4

SKALA

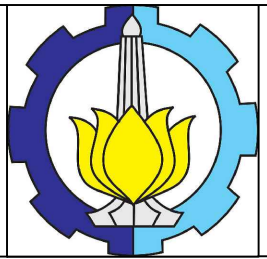
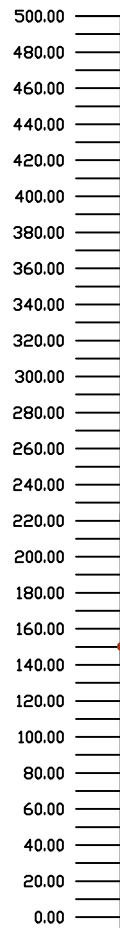
HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II25						II26
Panjang Tiap Titik	30	30	30	30	30	38,27	
Panjang Saluran (m)	188,27						
Elevasi Tanggul (m)	3,392						3,321
Elevasi Muka Air (m)	3,079						2,721
Elevasi Sedimen (m)	2,379						2,321
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,279						2,221
Slope	0,00190						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	

ELEVASI
(cm)



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDD FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR LAMPIRAN

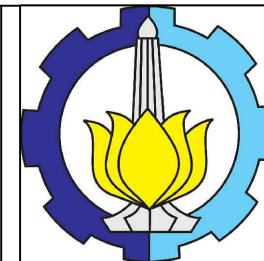
31

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

Titik	II27						II26
Panjang Tiap Titik	20	20	20	20	20	19,29	
Panjang Saluran (m)	119,29						
Elevasi Tanggul (m)	3,401						3,321
Elevasi Muka Air (m)	3,079						3,021
Elevasi Sedimen (m)	2,579						2,521
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,279						2,221
Slope	0,00085						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100066

DOSEN PEMBIMBING

Ir. HAS AGUS HARDYANTO, ME., Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

32

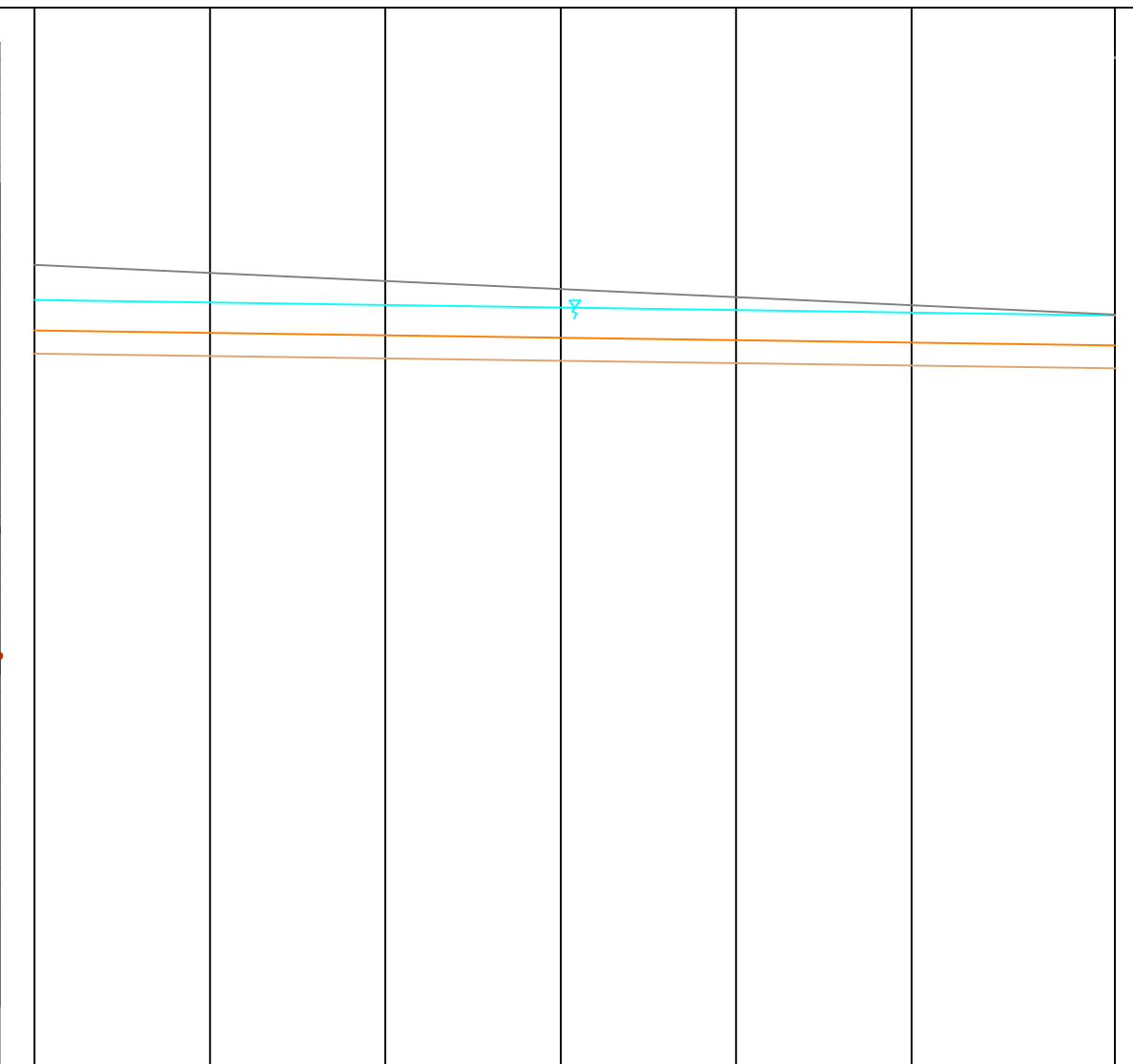
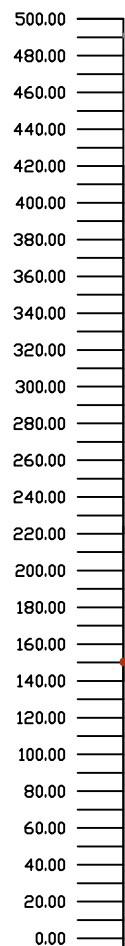
LAMPIRAN

4

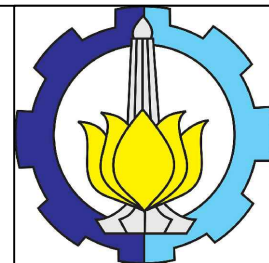
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II24 II28						
Panjang Tiap Titik	35	35	35	35	35	11,21	
Panjang Saluran (m)	186,21						
Elevasi Tanggul (m)	3,739 3,444						
Elevasi Muka Air (m)	3,525 3,440						
Elevasi Sedimen (m)	3,375 3,290						
Elevasi Dasar Saluran (m)	3,225 3,140						
Slope	0,00046						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. HAS AGUS HARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

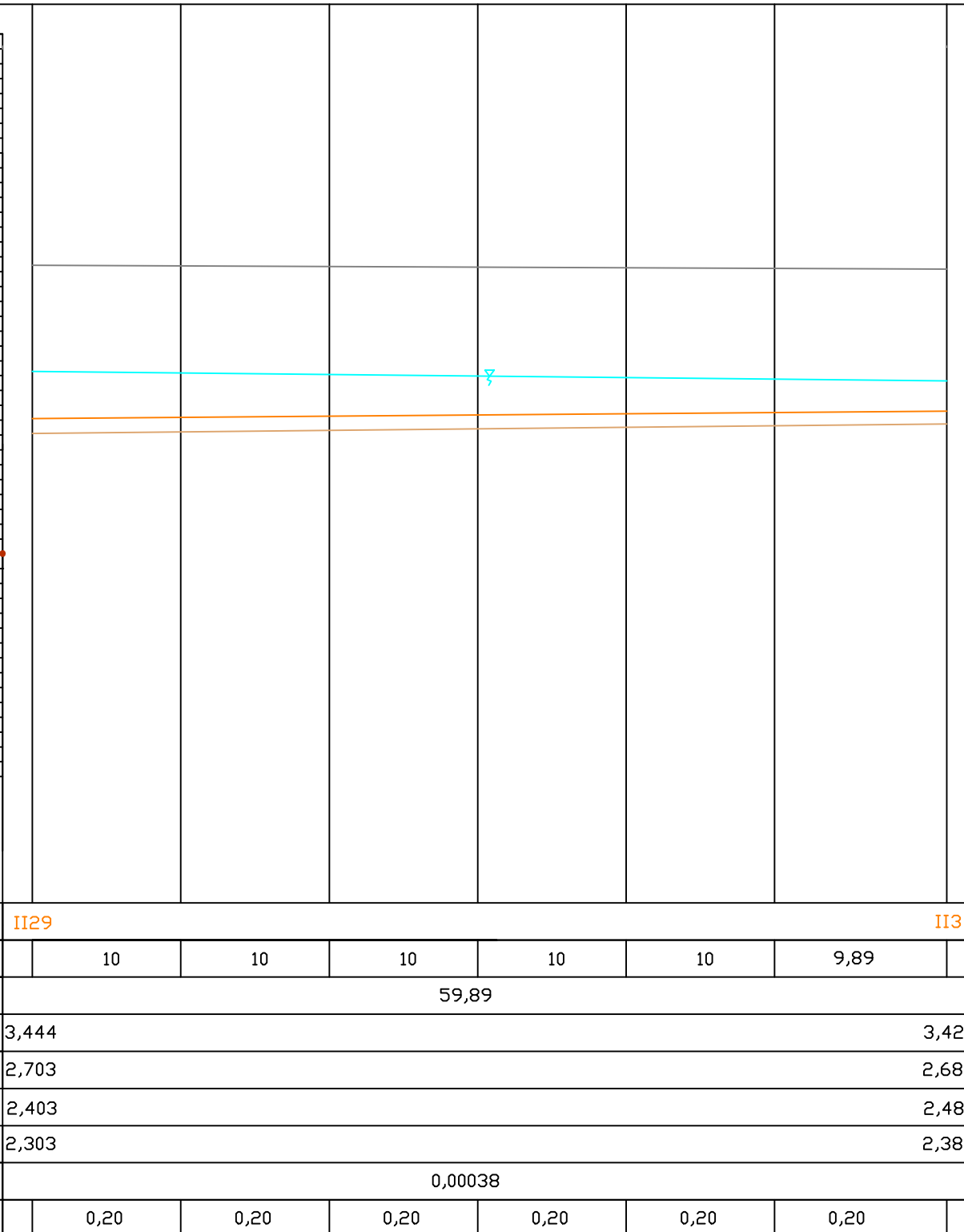
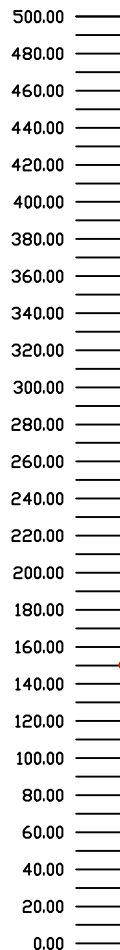
33

4

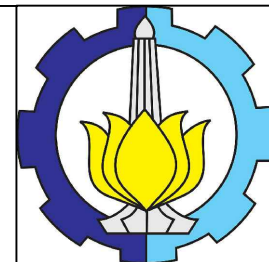
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II29 II3						
Panjang Tiap Titik	10	10	10	10	10	9,89	
Panjang Saluran (m)	59,89						
Elevasi Tanggul (m)	3,444 3,421						
Elevasi Muka Air (m)	2,703 2,680						
Elevasi Sedimen (m)	2,403 2,480						
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,303 2,380						
Slope	0,00038						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, P.H.D.
19620616 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

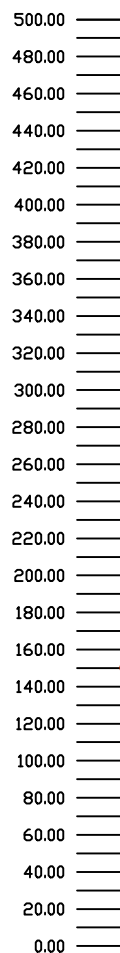
34

4

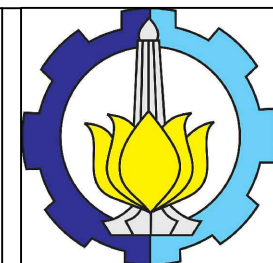
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II30						II31
Panjang Tiap Titik	100	100	100	100	100	49	
Panjang Saluran (m)	549,00						
Elevasi Tanggul (m)	3,238						3,187
Elevasi Muka Air (m)	3,225						3,167
Elevasi Sedimen (m)	3,025						3,097
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,995						3,067
Slope	0,00023						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDD FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

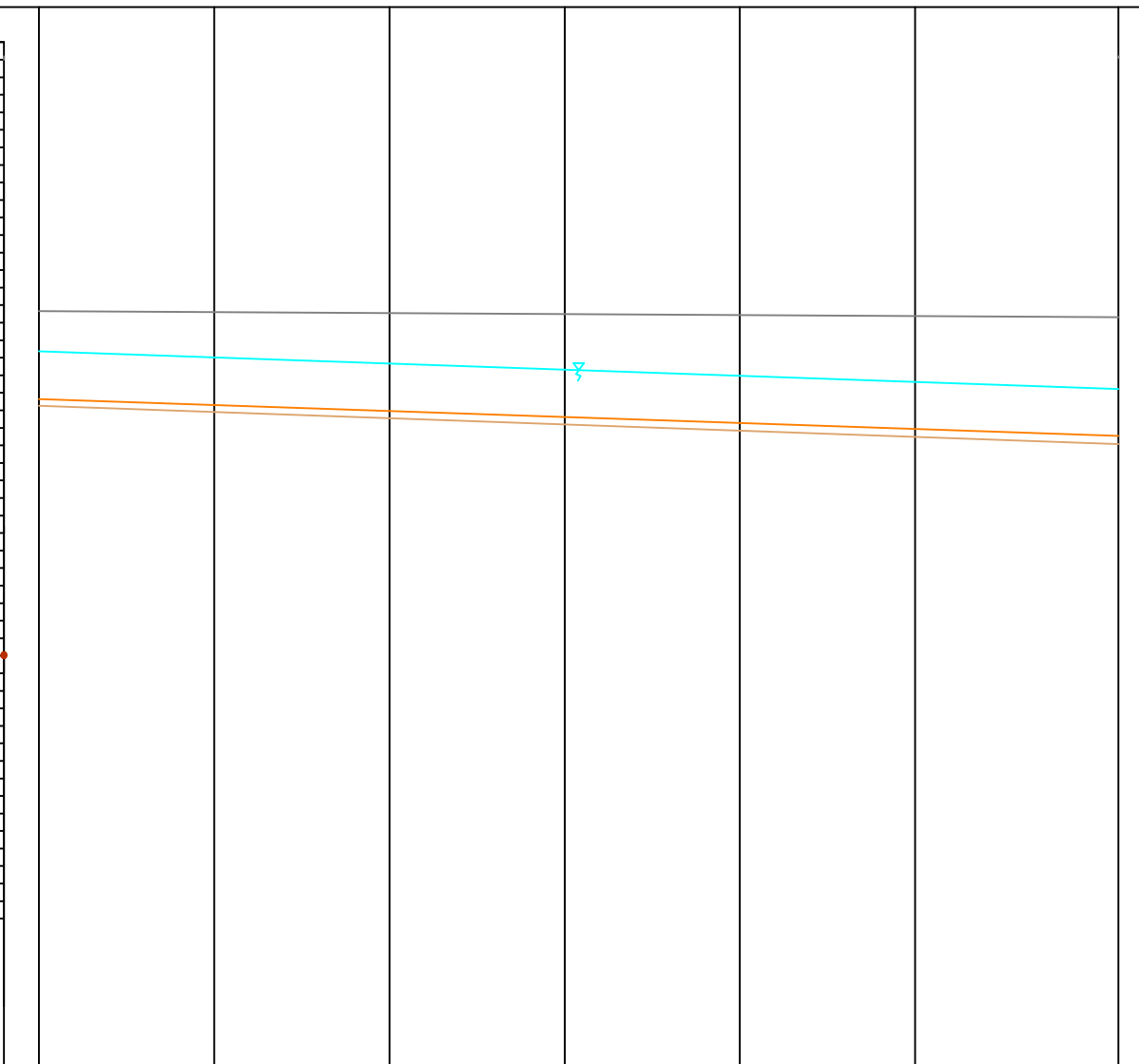
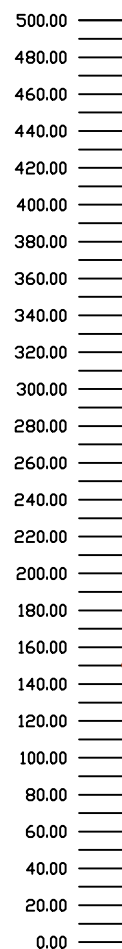
35

4

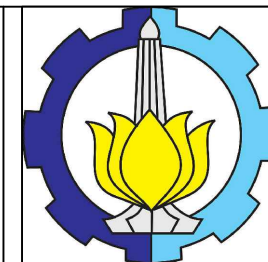
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II32 II33						
Panjang Tiap Titik	20	20	20	20	20	26,01	
Panjang Saluran (m)	126,01						
Elevasi Tanggul (m)	3,482						3,459
Elevasi Muka Air (m)	3,233						3,012
Elevasi Sedimen (m)	2,983						2,762
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,933						2,712
Slope	0,00175						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDD FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

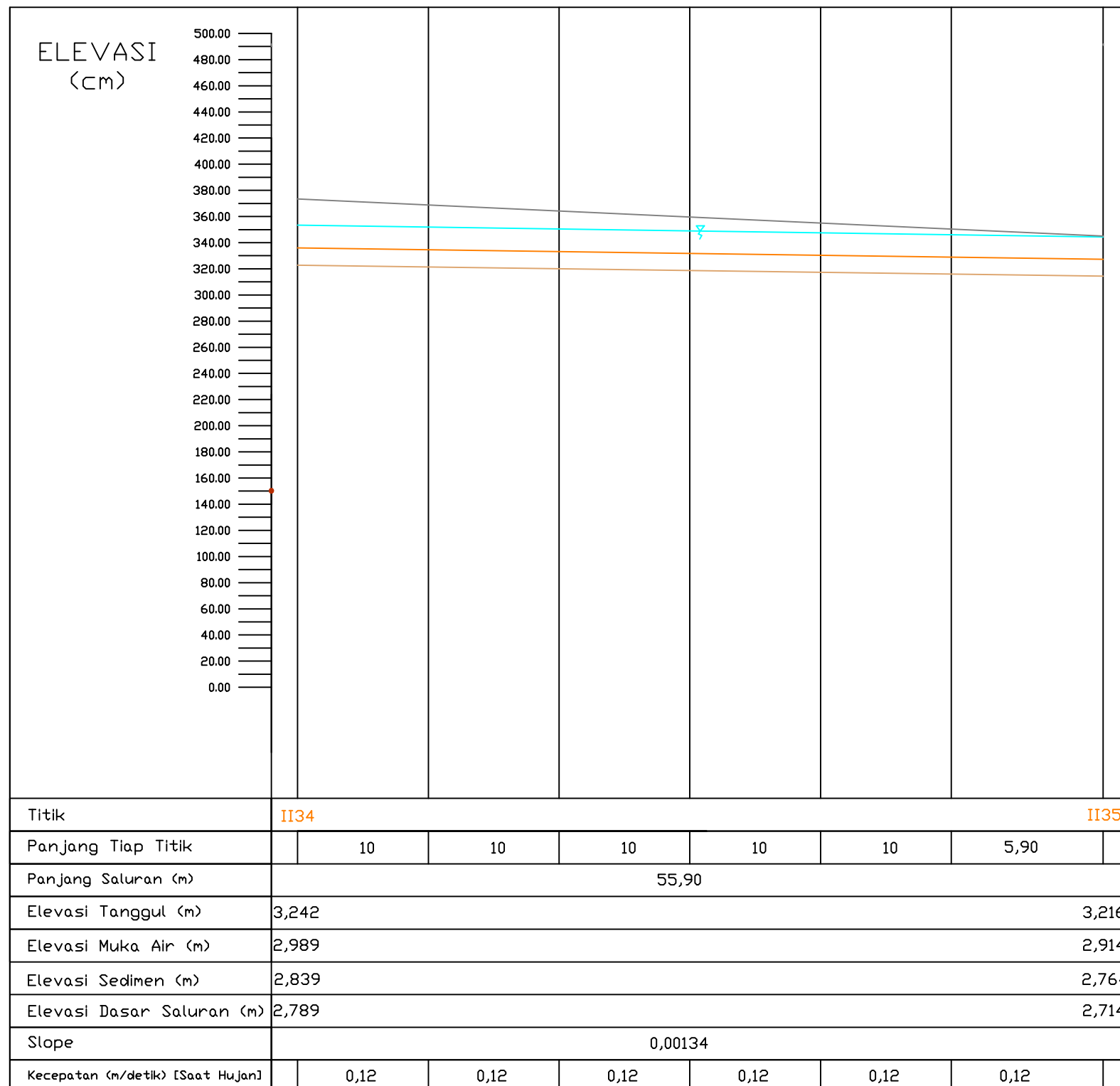
LAMPIRAN

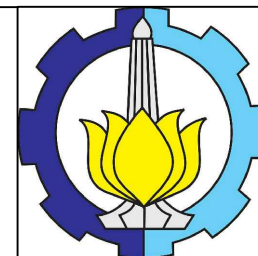
36

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40





TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

37

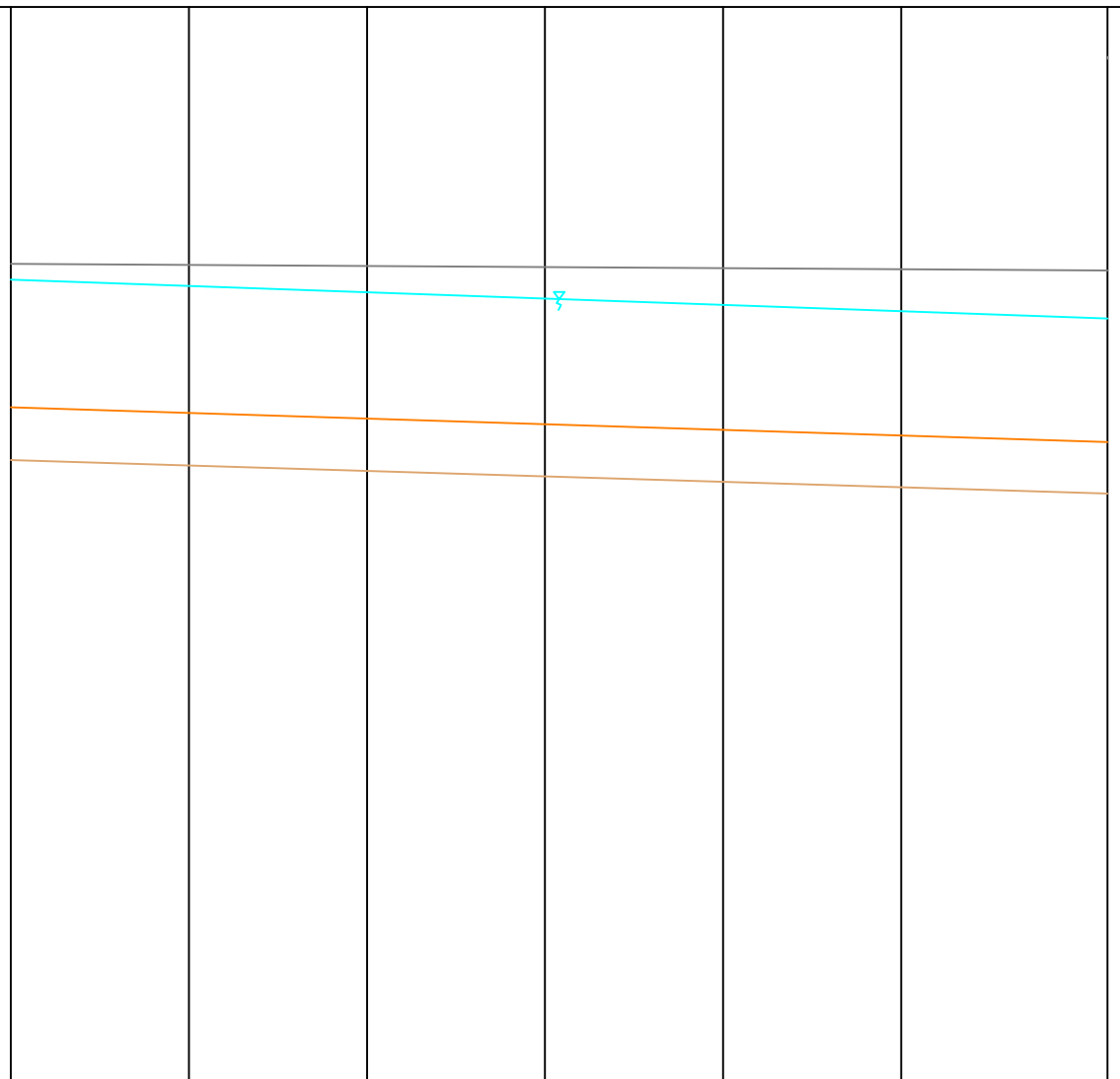
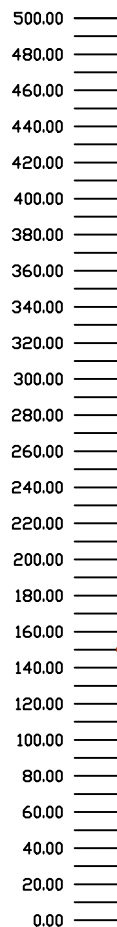
LAMPIRAN

4

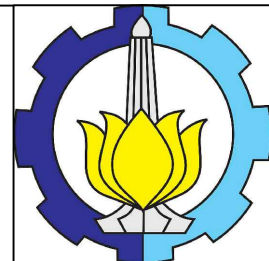
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II33 II36						
Panjang Tiap Titik	25	25	25	25	25	26,15	
Panjang Saluran (m)	151,15						
Elevasi Tanggul (m)	3,735						3,702
Elevasi Muka Air (m)	3,678						3,497
Elevasi Sedimen (m)	2,978						2,797
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,678						2,497
Slope	0,00164						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. HAS AGUS MARDYANTO, ME., Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

38

LAMPIRAN

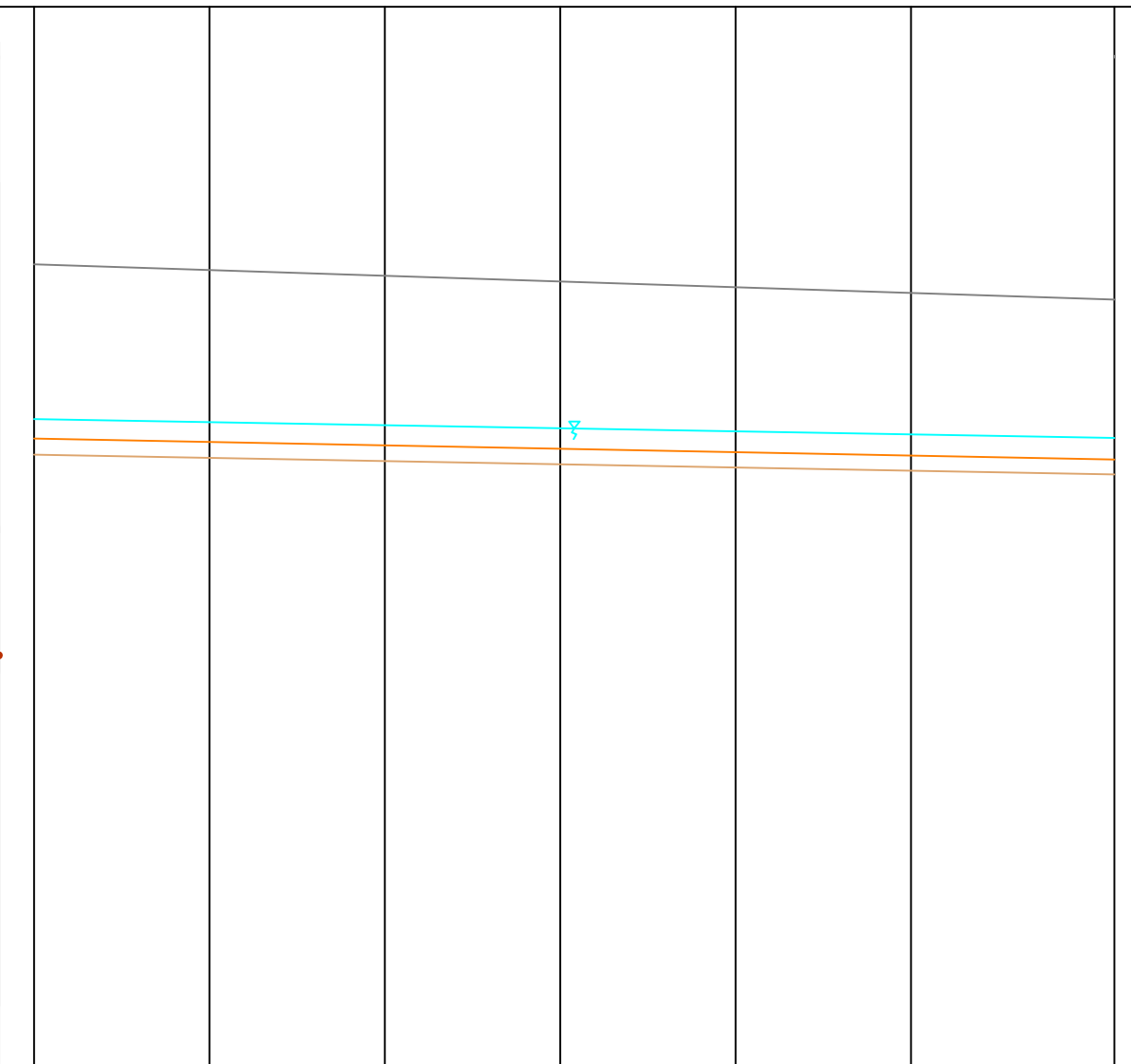
4

SKALA

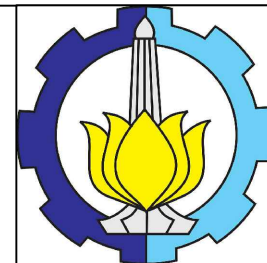
HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)

500.00
480.00
460.00
440.00
420.00
400.00
380.00
360.00
340.00
320.00
300.00
280.00
260.00
240.00
220.00
200.00
180.00
160.00
140.00
120.00
100.00
80.00
60.00
40.00
20.00
0.00



Titik	II37							P
Panjang Tiap Titik		10	10	10	10	10	9,89	
Panjang Saluran (m)	59,89							
Elevasi Tanggul (m)	3,714							3,507
Elevasi Muka Air (m)	2,842							2,731
Elevasi Sedimen (m)	2,722							2,611
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,642							2,531
Slope	0,00164							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

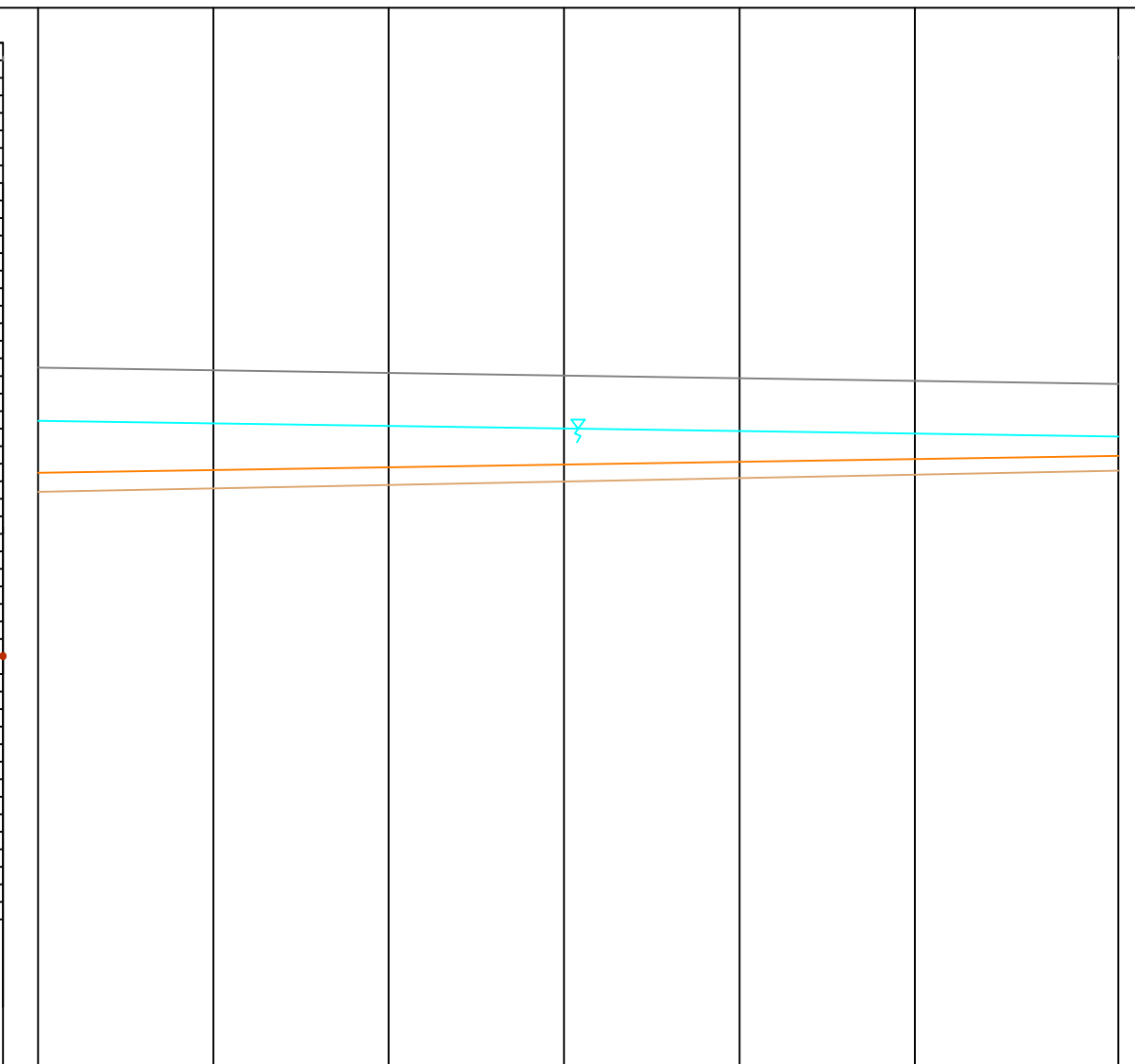
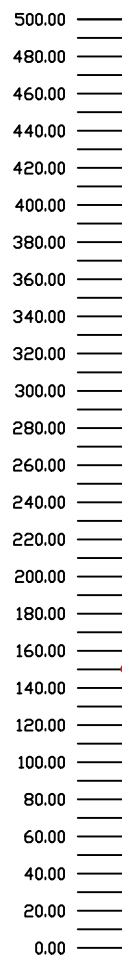
39

4

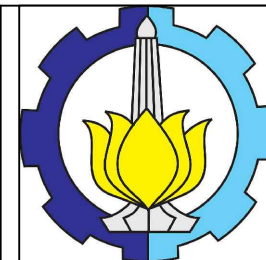
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II38							II39
Panjang Tiap Titik		40	40	40	40	40	0,22	
Panjang Saluran (m)	200,22							
Elevasi Tanggul (m)	3,141							3,061
Elevasi Muka Air (m)	2,830							2,782
Elevasi Sedimen (m)	2,530							2,632
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,430							2,532
Slope	0,00024							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

41

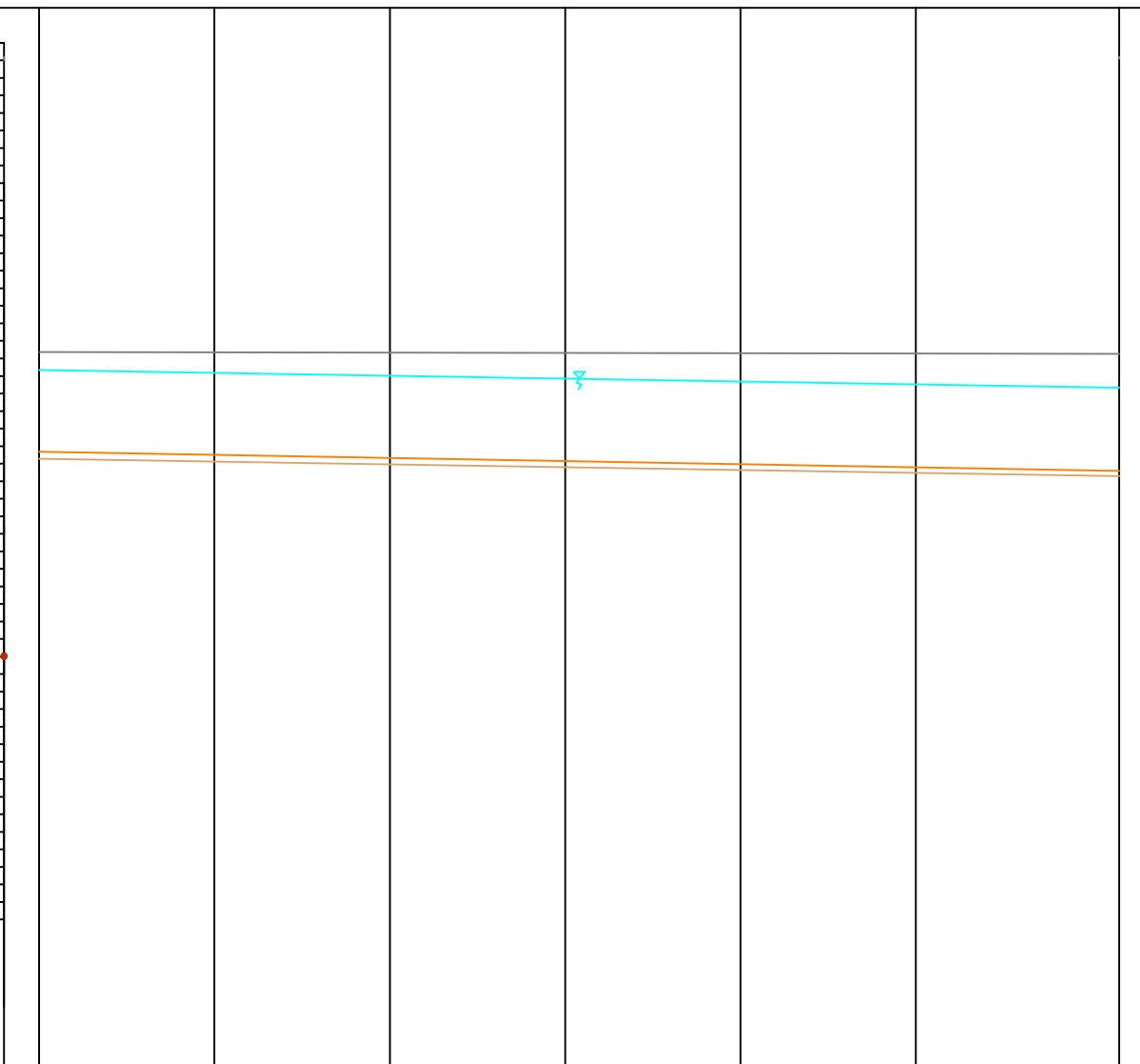
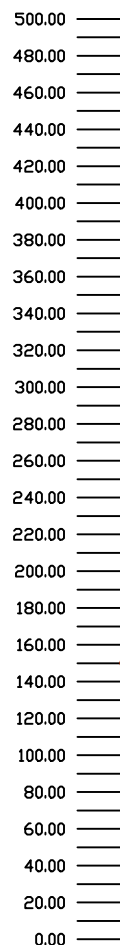
LAMPIRAN

4

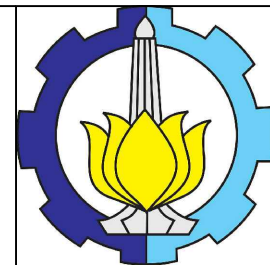
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II42II41						
Panjang Tiap Titik	70	70	70	70	70	0,38	
Panjang Saluran (m)	350,38						
Elevasi Tanggul (m)	3,2293,224						
Elevasi Muka Air (m)	3,1393,037						
Elevasi Sedimen (m)	2,6892,587						
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,6392,537						
Slope	0,00029						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

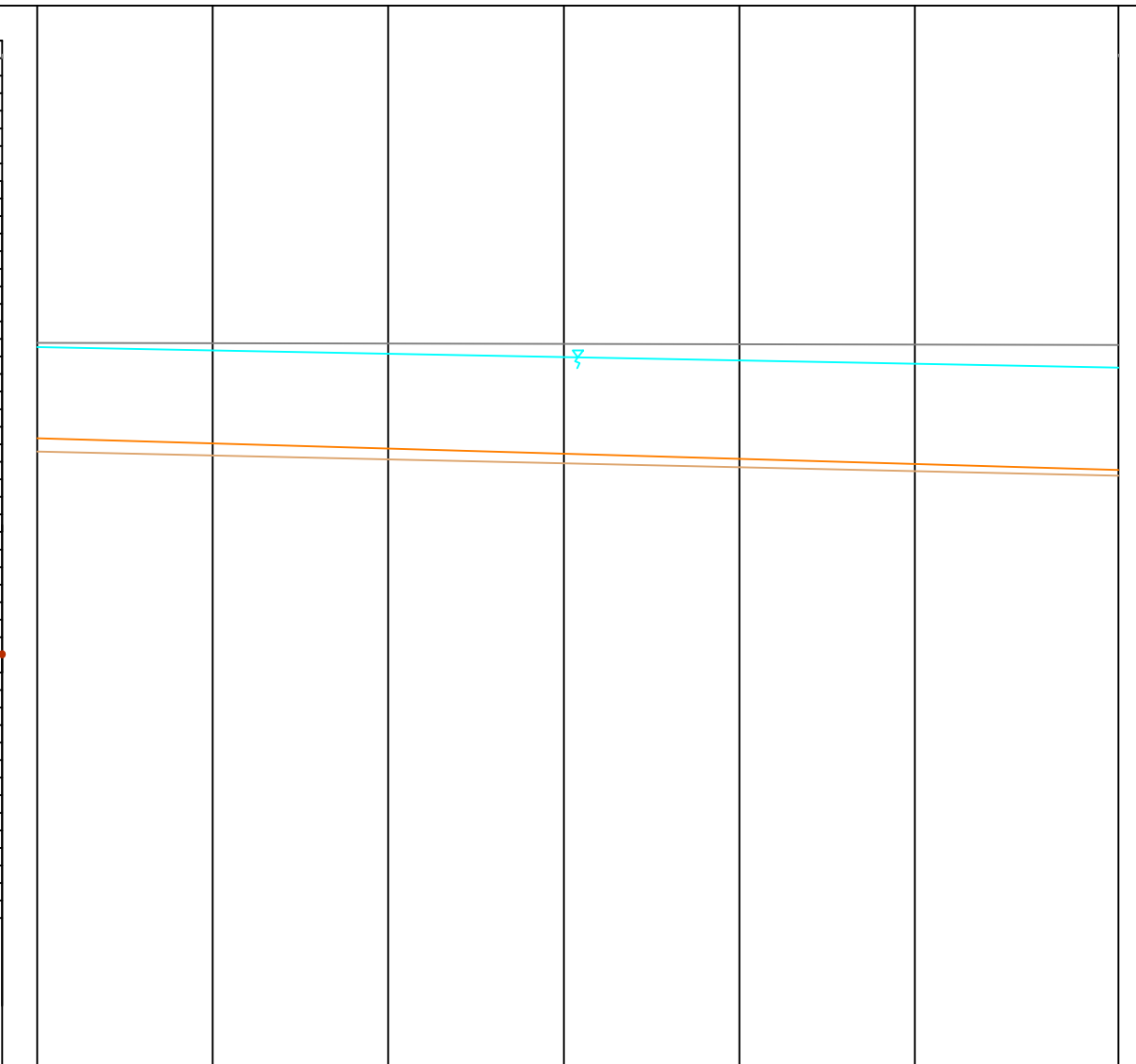
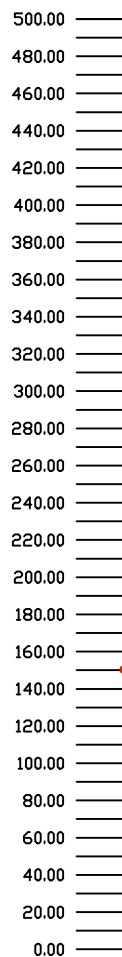
42

4

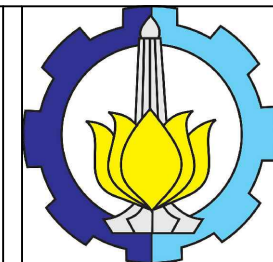
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	II43II44						
Panjang Tiap Titik	100	100	100	100	100	73,12	
Panjang Saluran (m)	573,12						
Elevasi Tanggul (m)	3,295						3,292
Elevasi Muka Air (m)	3,269						3,136
Elevasi Sedimen (m)	2,719						2,586
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,669						2,536
Slope	0,00023						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. HAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

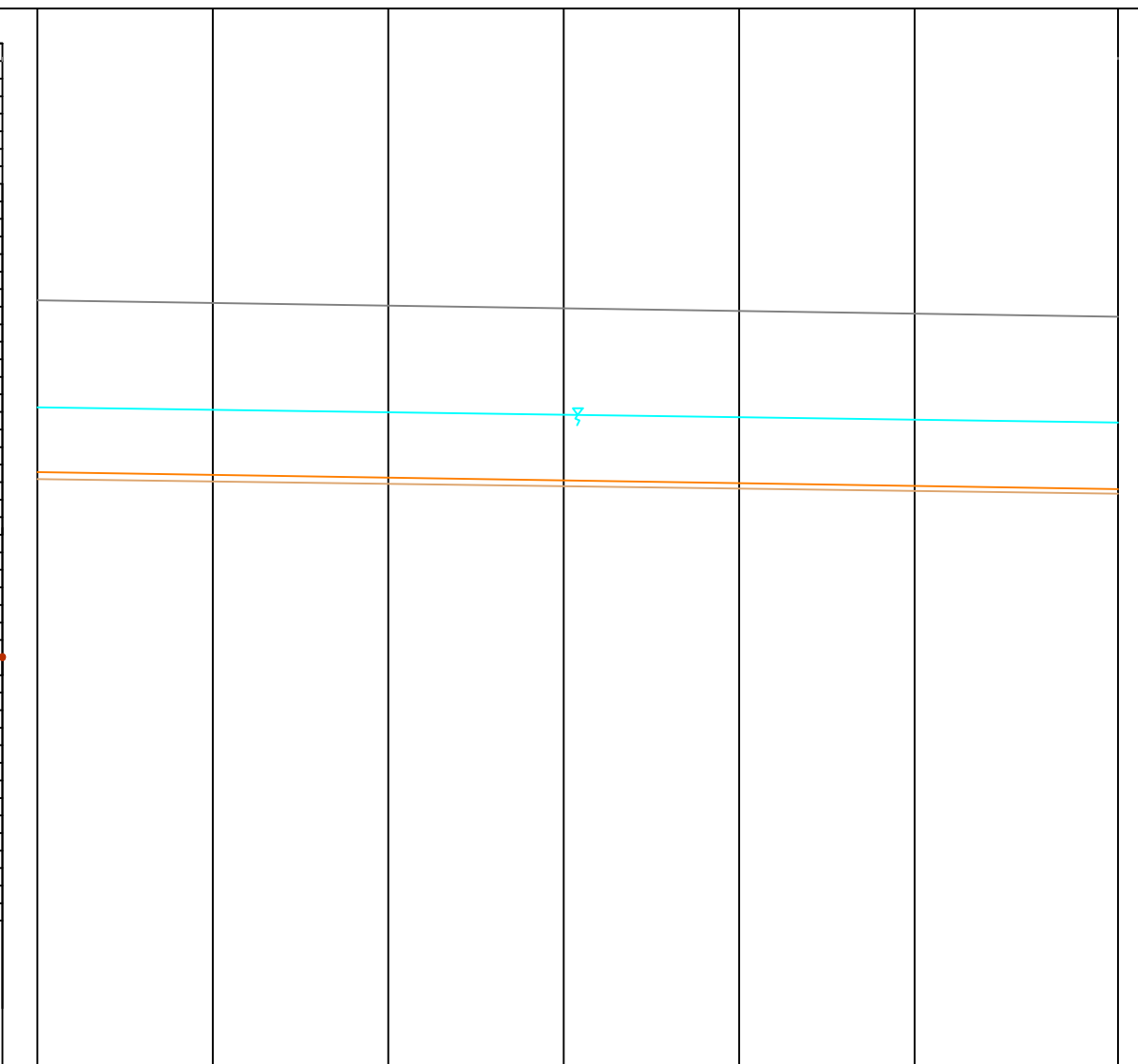
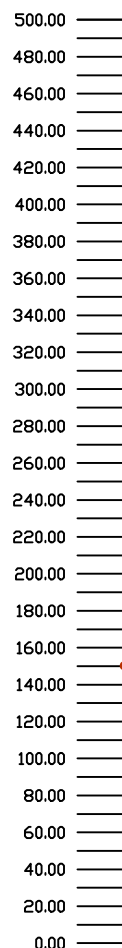
43

4

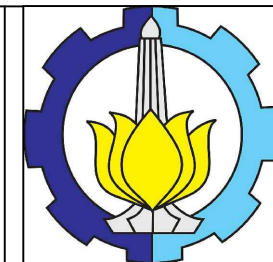
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	III13 III17						
Panjang Tiap Titik	50	50	50	50	50	35,59	
Panjang Saluran (m)	285,59						
Elevasi Tanggul (m)	3,533 3,445						
Elevasi Muka Air (m)	2,910 2,832						
Elevasi Sedimen (m)	2,560 2,482						
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,510 2,432						
Slope	0,00027						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS WARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

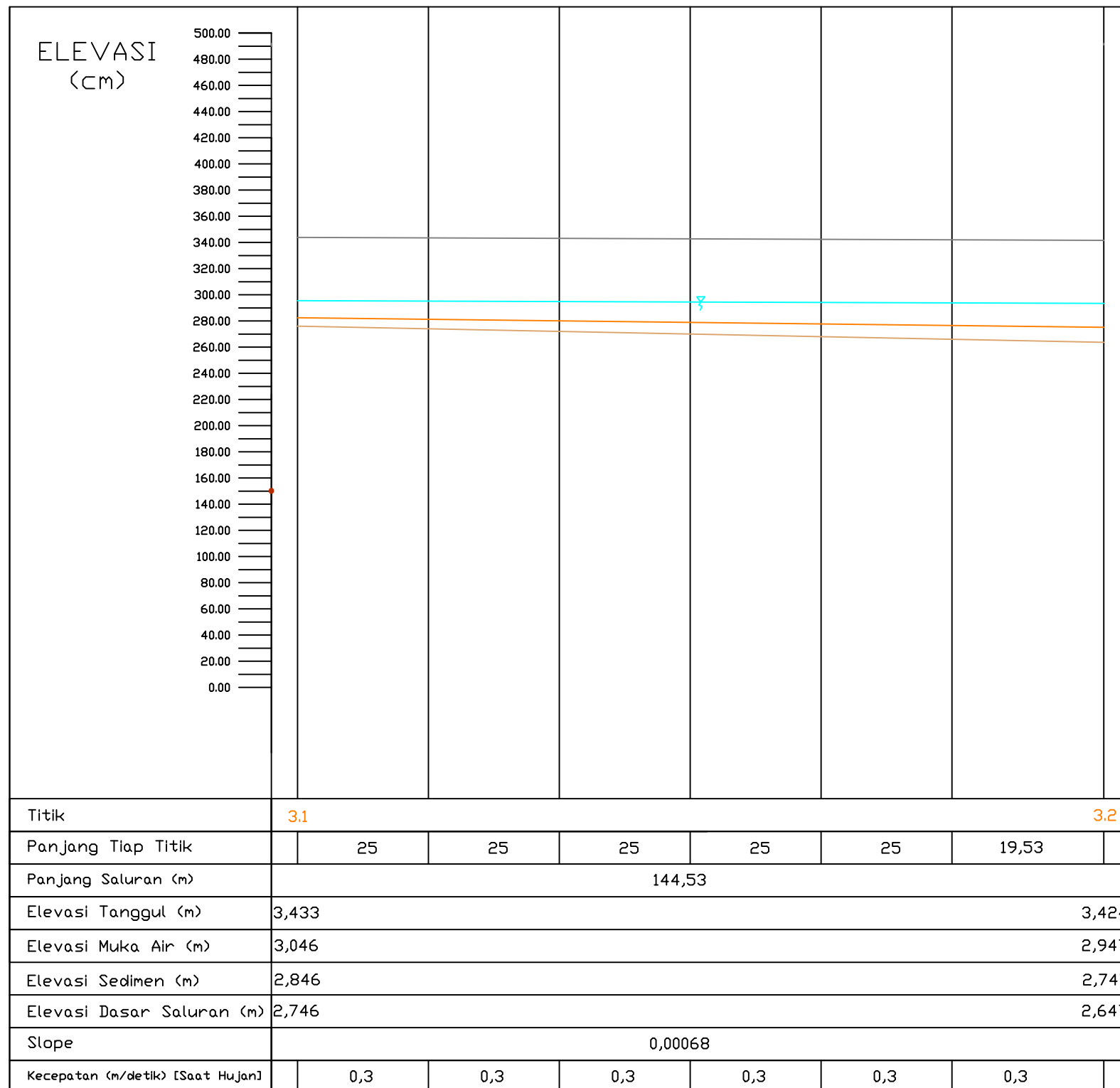
LAMPIRAN

44

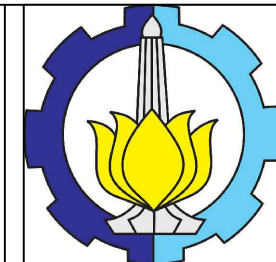
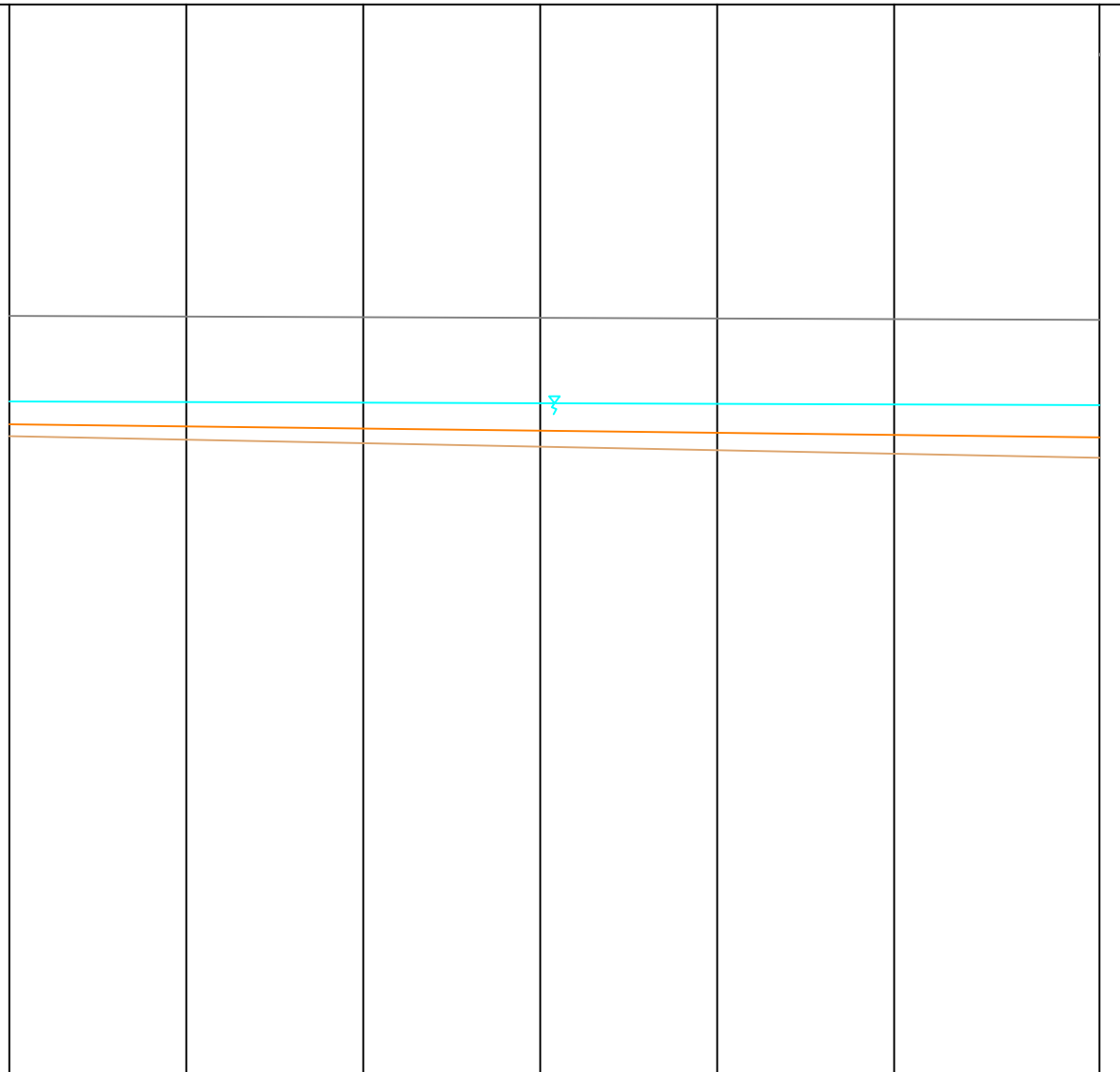
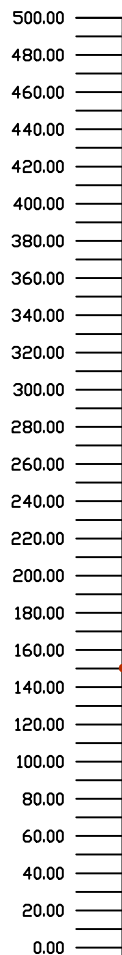
4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40



ELEVASI
(cm)



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDD FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME., Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

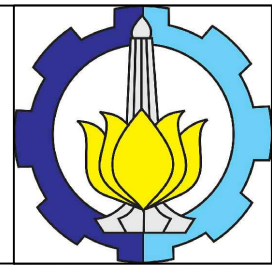
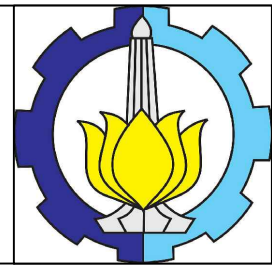
45

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

Titik	3.3 3.4						
Panjang Tiap Titik	20	20	20	20	20	33,32	
Panjang Saluran (m)	133,32						
Elevasi Tanggul (m)	3,479						3,424
Elevasi Muka Air (m)	2,946						2,847
Elevasi Sedimen (m)	2,876						2,777
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,746						2,647
Slope	0,00074						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	



JUDUL TUGAS AKHIR

LEGENDA

NAMA MAHASISWA

DOSEN PEMBIMBING

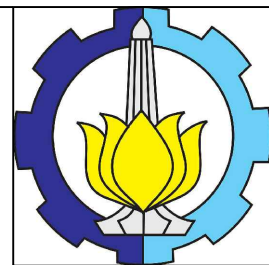
Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR	LAMPIRAN
------------	----------

46	4
----	---

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

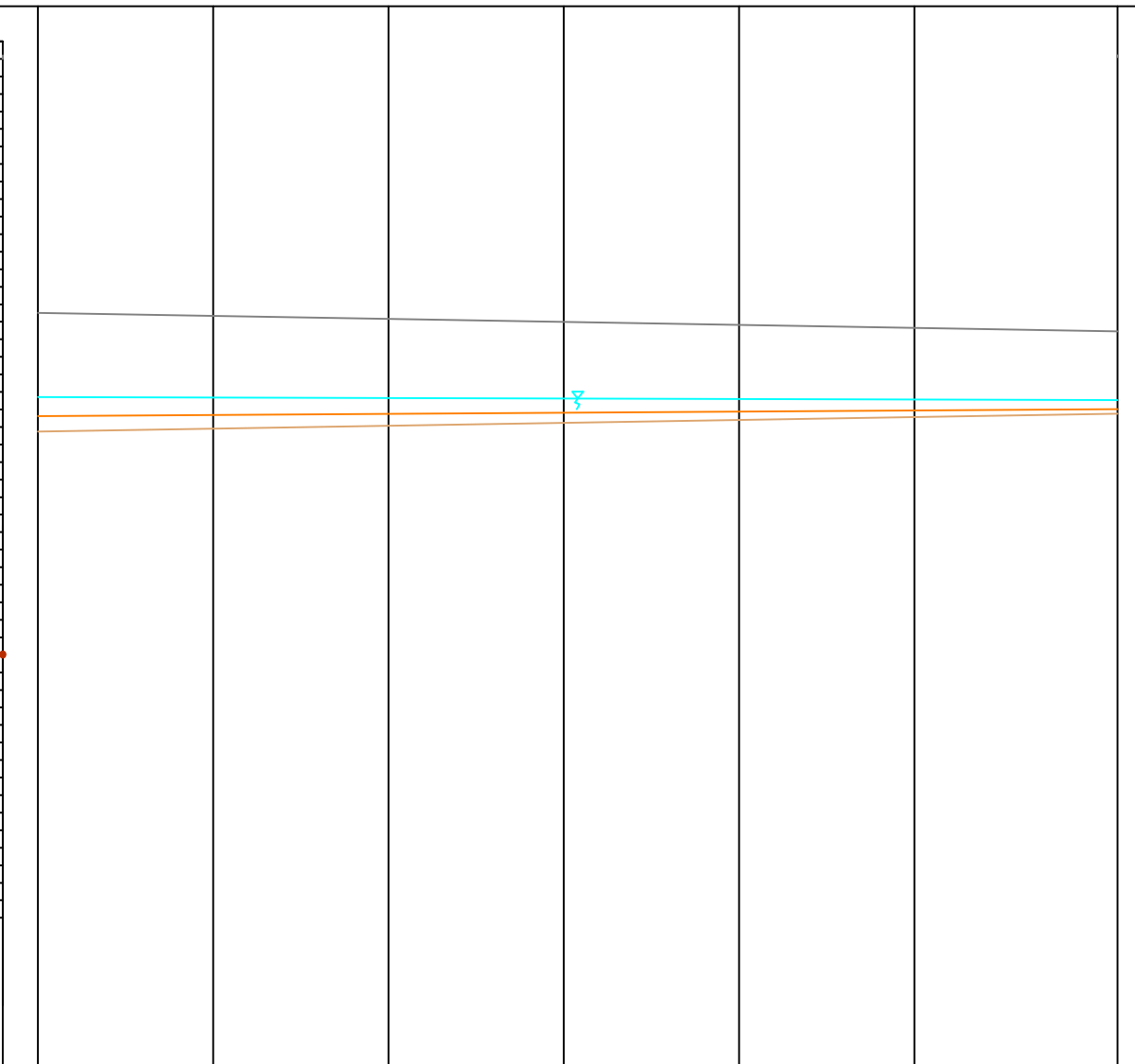
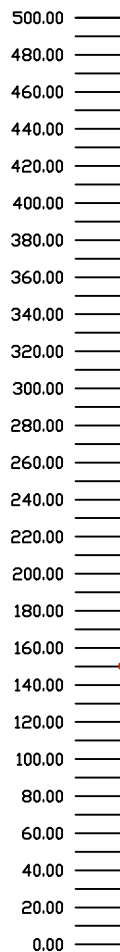
48

4

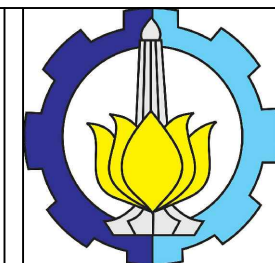
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	3.9							3.10
Panjang Tiap Titik		25	25	25	25	25	19,53	
Panjang Saluran (m)	142,53							
Elevasi Tanggul (m)	3,453							3,324
Elevasi Muka Air (m)	2,991							2,987
Elevasi Sedimen (m)	2,841							2,941
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,791							2,891
Slope	0,00003							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	



JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

— Elevasi Tanggul
— Elevasi Muka Air
— Elevasi Sedimen
— Elevasi Dasar Saluran

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

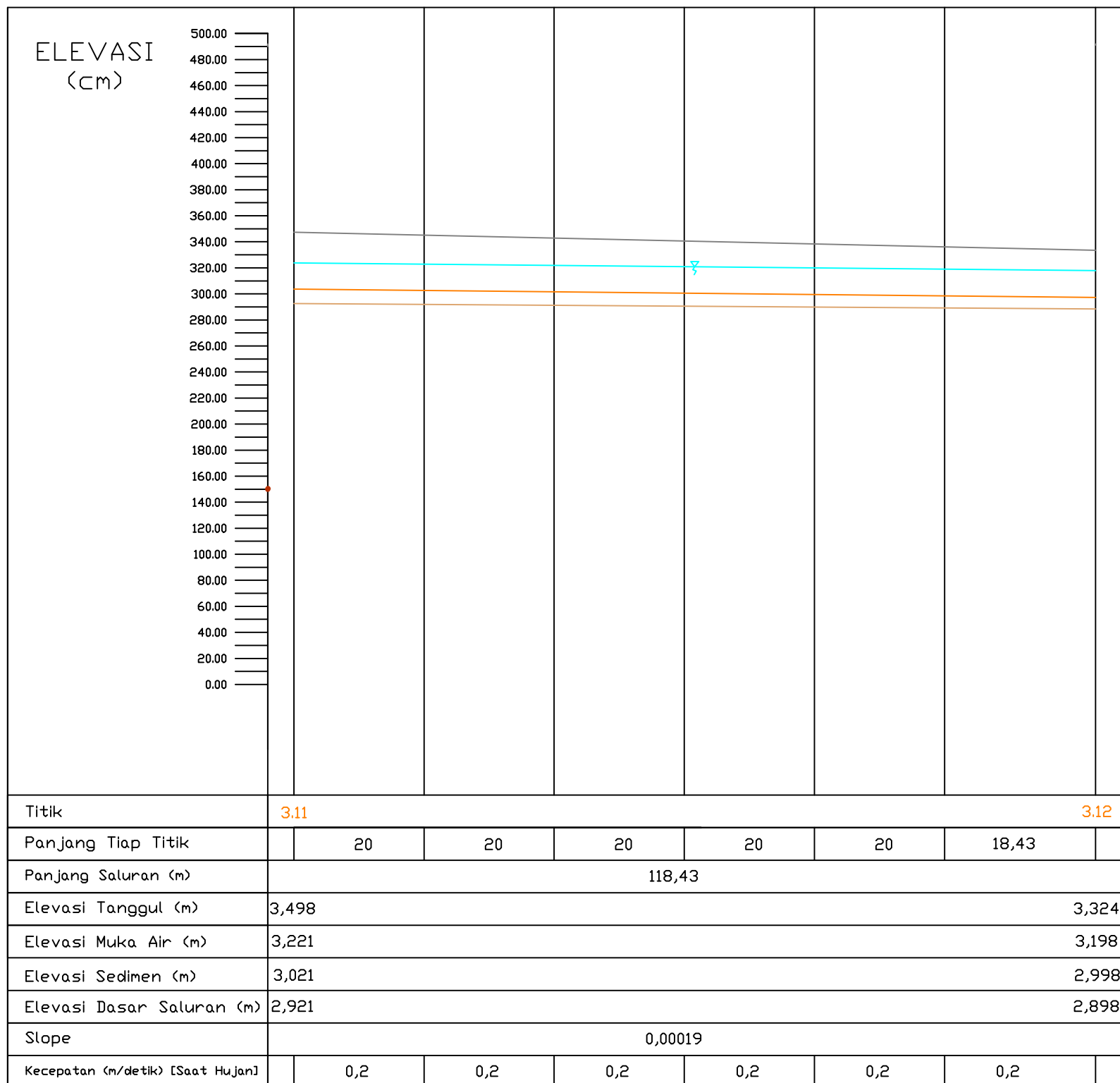
LAMPIRAN

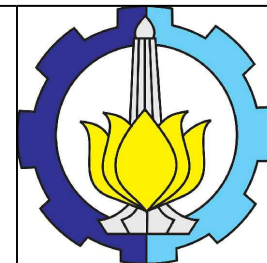
49

4

SKALA

HORIZONTAL	= 1 : 40000
VERTIKAL	= 1 : 40





TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

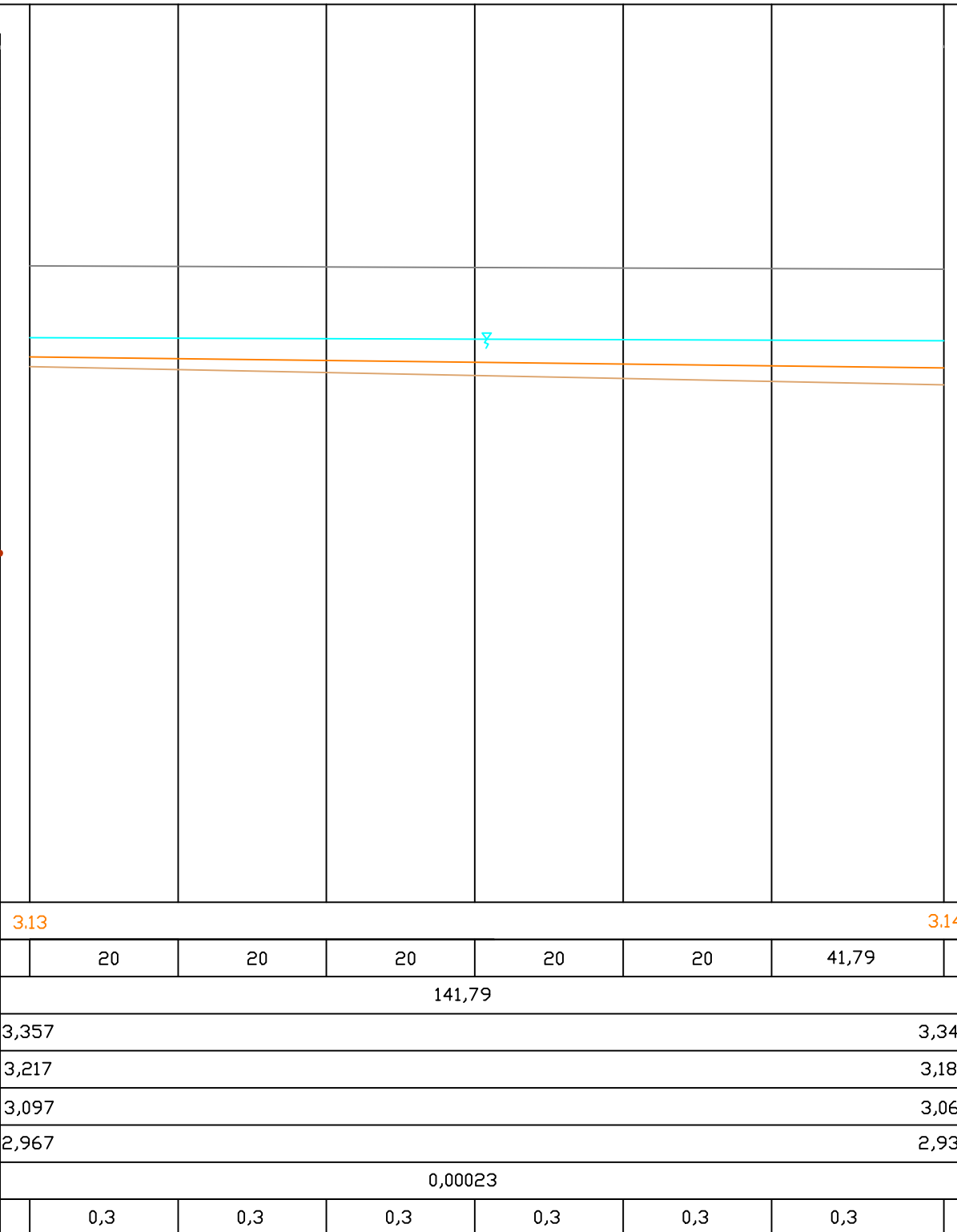
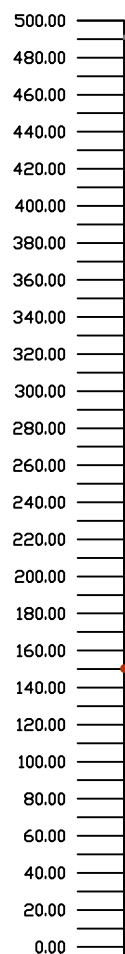
50

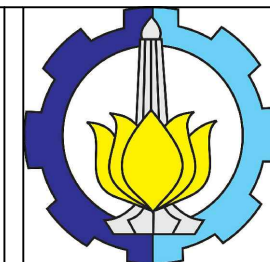
4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)





TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

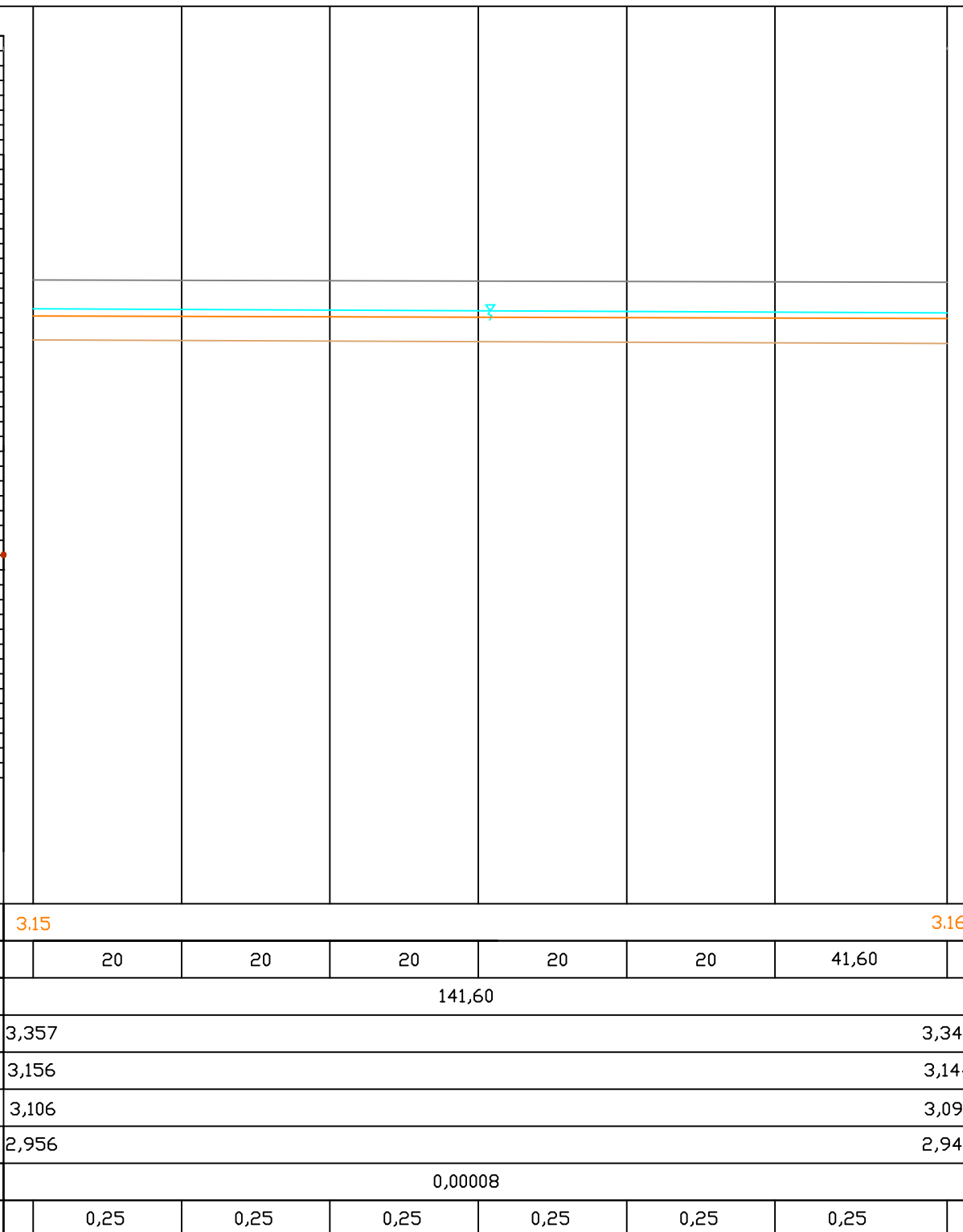
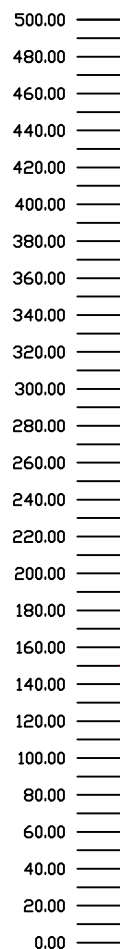
51

4

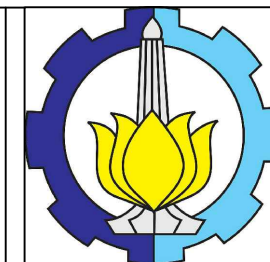
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	3.153.16						
Panjang Tiap Titik	20	20	20	20	20	41,60	
Panjang Saluran (m)	141,60						
Elevasi Tanggul (m)	3,3573,344						
Elevasi Muka Air (m)	3,1563,144						
Elevasi Sedimen (m)	3,1063,094						
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,9562,944						
Slope	0,00008						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARBYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

52

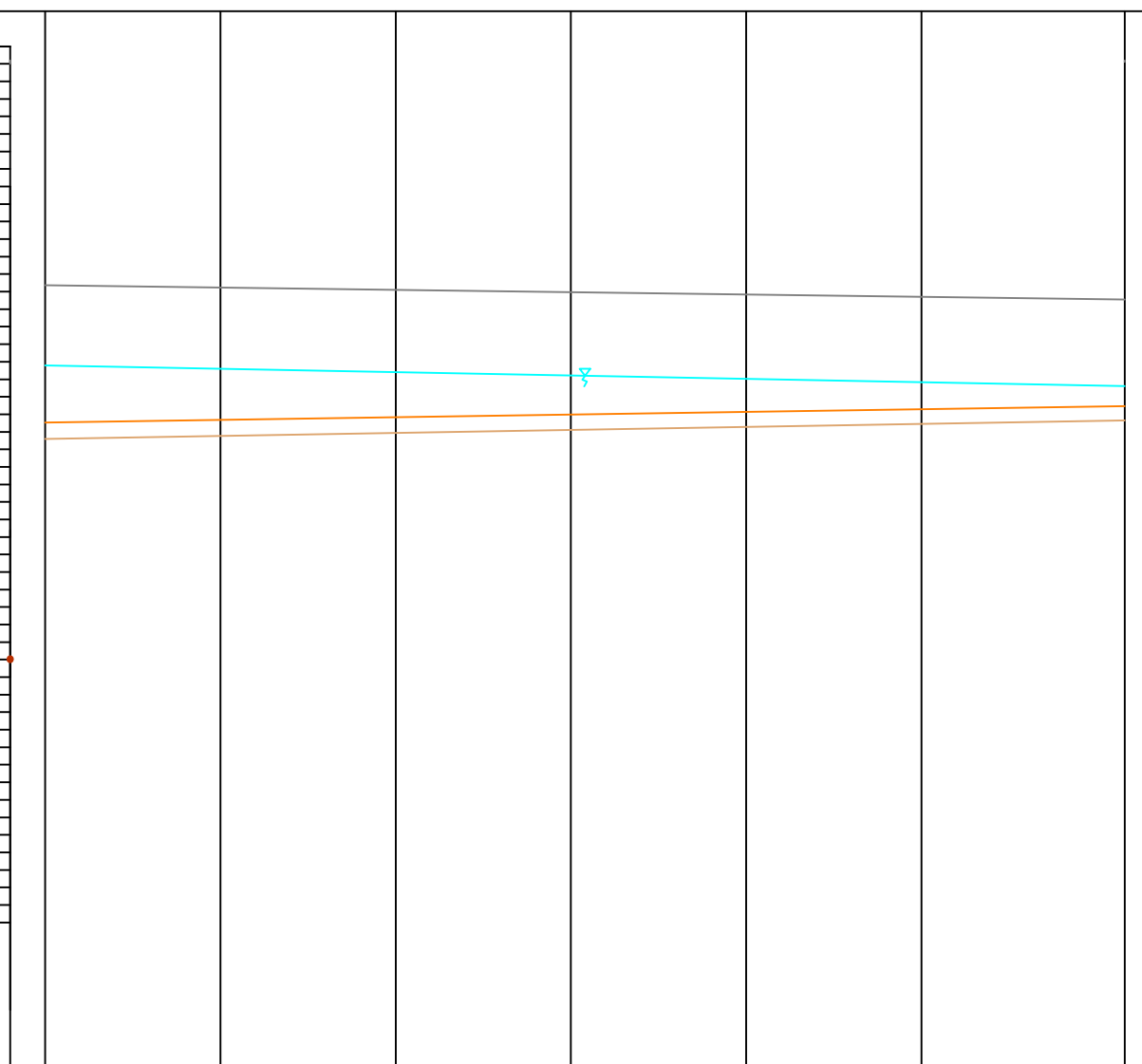
4

SKALA

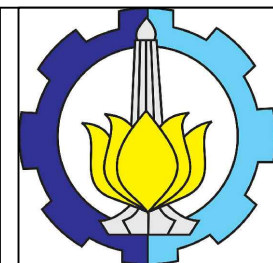
HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)

500.00
480.00
460.00
440.00
420.00
400.00
380.00
360.00
340.00
320.00
300.00
280.00
260.00
240.00
220.00
200.00
180.00
160.00
140.00
120.00
100.00
80.00
60.00
40.00
20.00
0.00



Titik	3.17 3.18						
Panjang Tiap Titik	25	25	25	25	25	19,53	
Panjang Saluran (m)	144,18						
Elevasi Tanggul (m)	3,536 3,339						
Elevasi Muka Air (m)	3,243 3,227						
Elevasi Sedimen (m)	3,093 3,077						
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,943 2,927						
Slope	0,00015						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. HAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

53

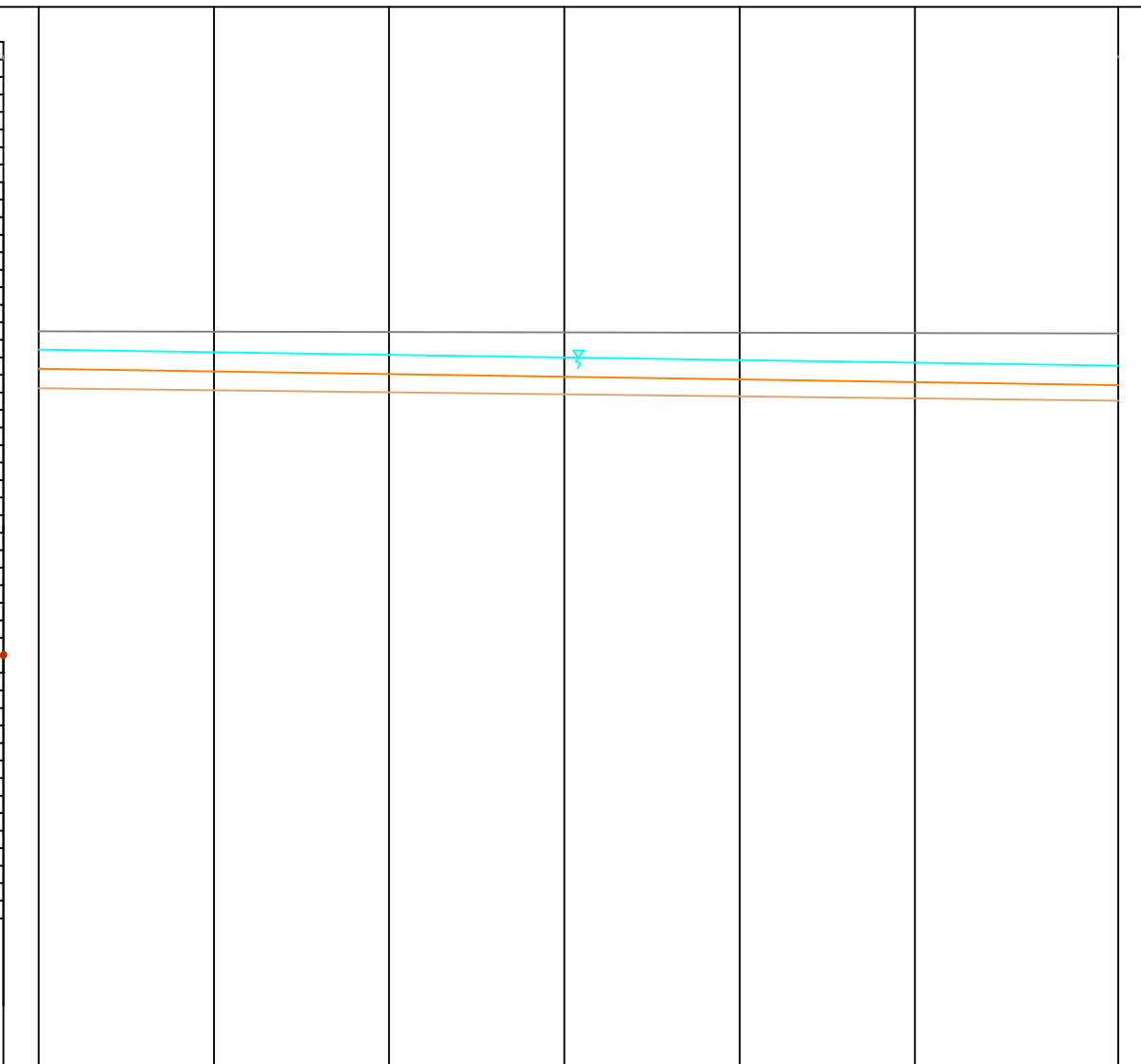
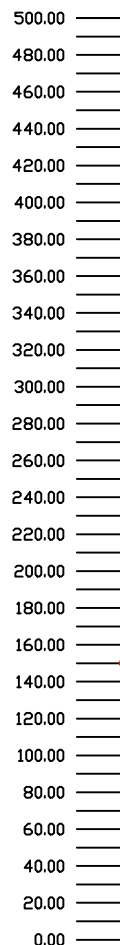
LAMPIRAN

4

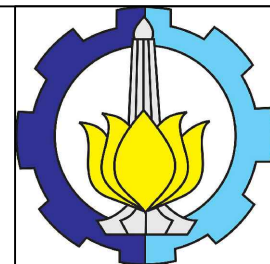
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	3.19							3.20
Panjang Tiap Titik		20	20	20	20	20	24,59	
Panjang Saluran (m)	124,59							
Elevasi Tanggul (m)	3,360							3,349
Elevasi Muka Air (m)	3,230							3,162
Elevasi Sedimen (m)	3,130							3,062
Elevasi Dasar Saluran (m)	3,030							2,962
Slope	0,00055							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDD FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME., P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

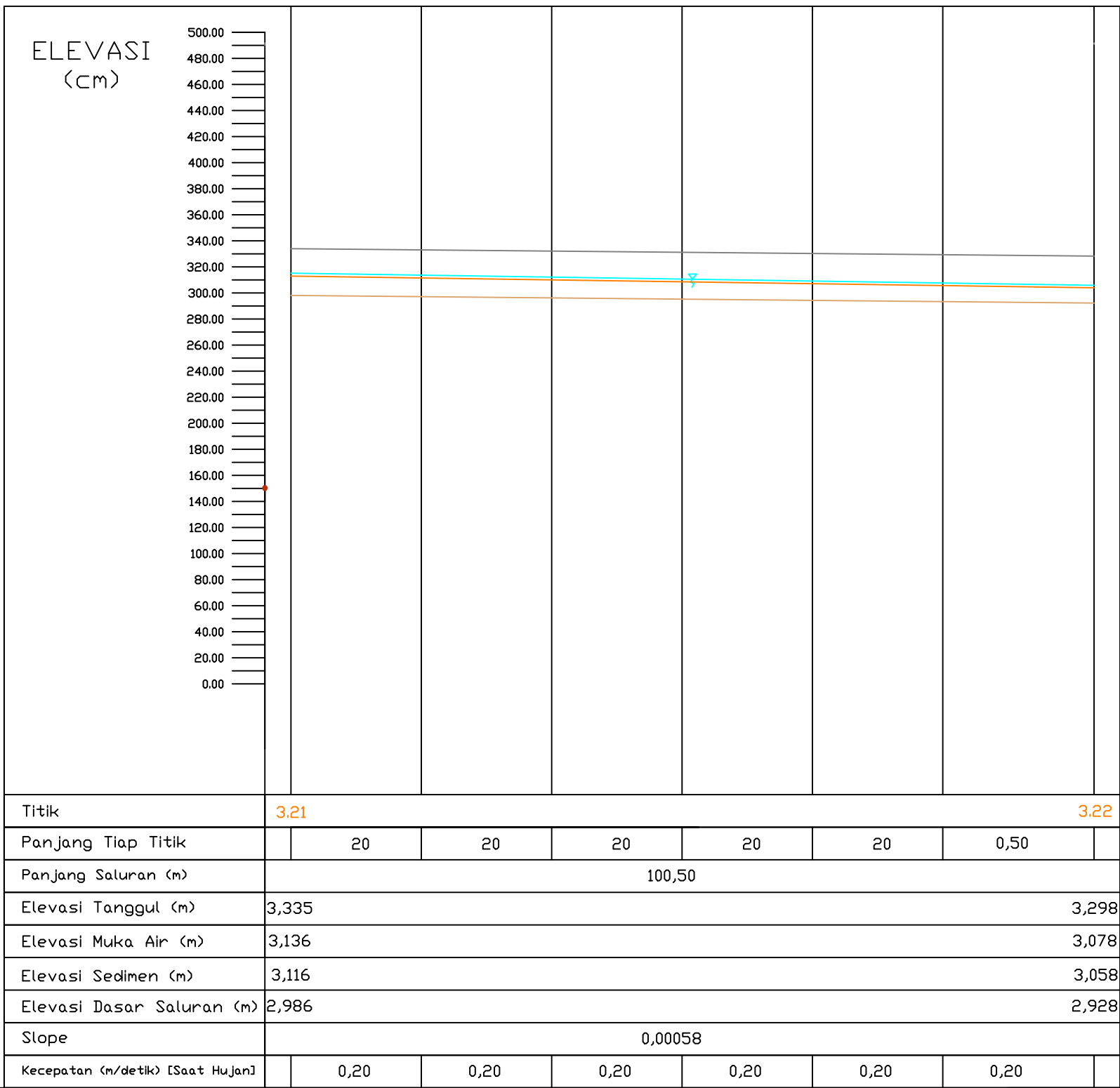
POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

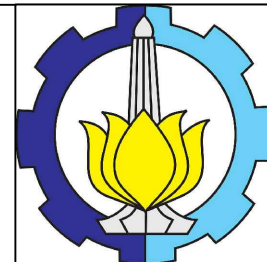
NO. GAMBAR LAMPIRAN

54 4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40





TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

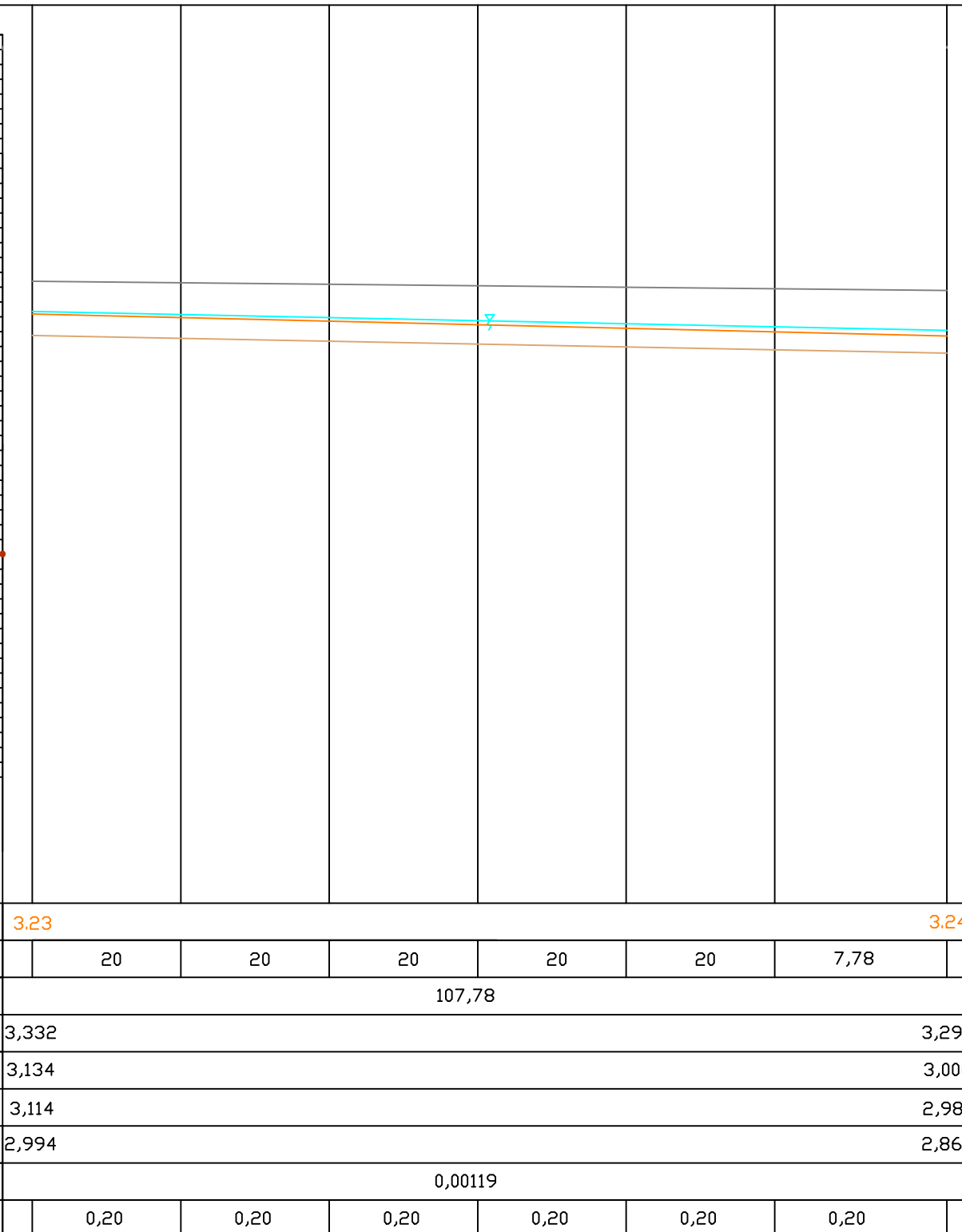
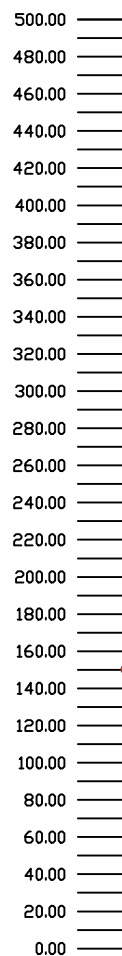
55

4

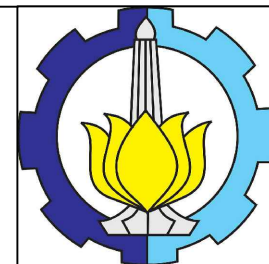
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	3.23							3.24
Panjang Tiap Titik		20	20	20	20	20	7,78	
Panjang Saluran (m)	107,78							
Elevasi Tanggul (m)	3,332							3,295
Elevasi Muka Air (m)	3,134							3,006
Elevasi Sedimen (m)	3,114							2,986
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,994							2,866
Slope	0,00119							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEKANISME SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

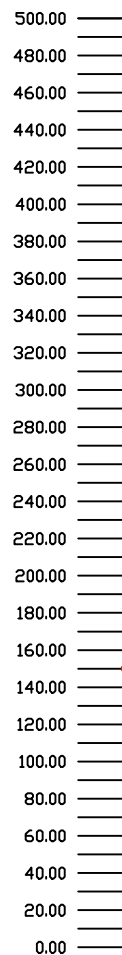
56

4

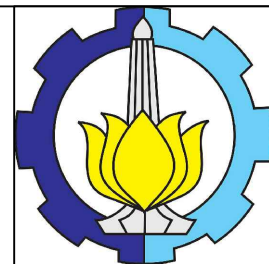
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	3.25 3.26						
Panjang Tiap Titik	9	9	9	9	9	3,60	
Panjang Saluran (m)	48,60						
Elevasi Tanggul (m)	3,309						3,293
Elevasi Muka Air (m)	3,176						3,146
Elevasi Sedimen (m)	3,156						3,126
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,976						2,946
Slope	0,00062						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

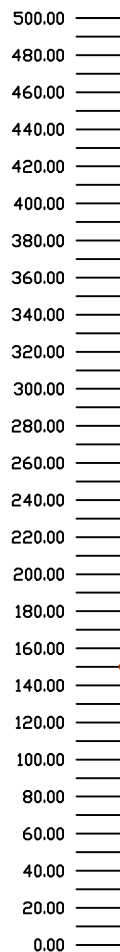
57

4

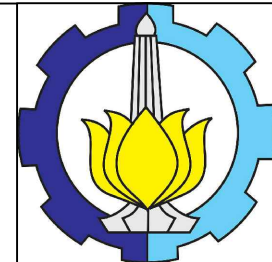
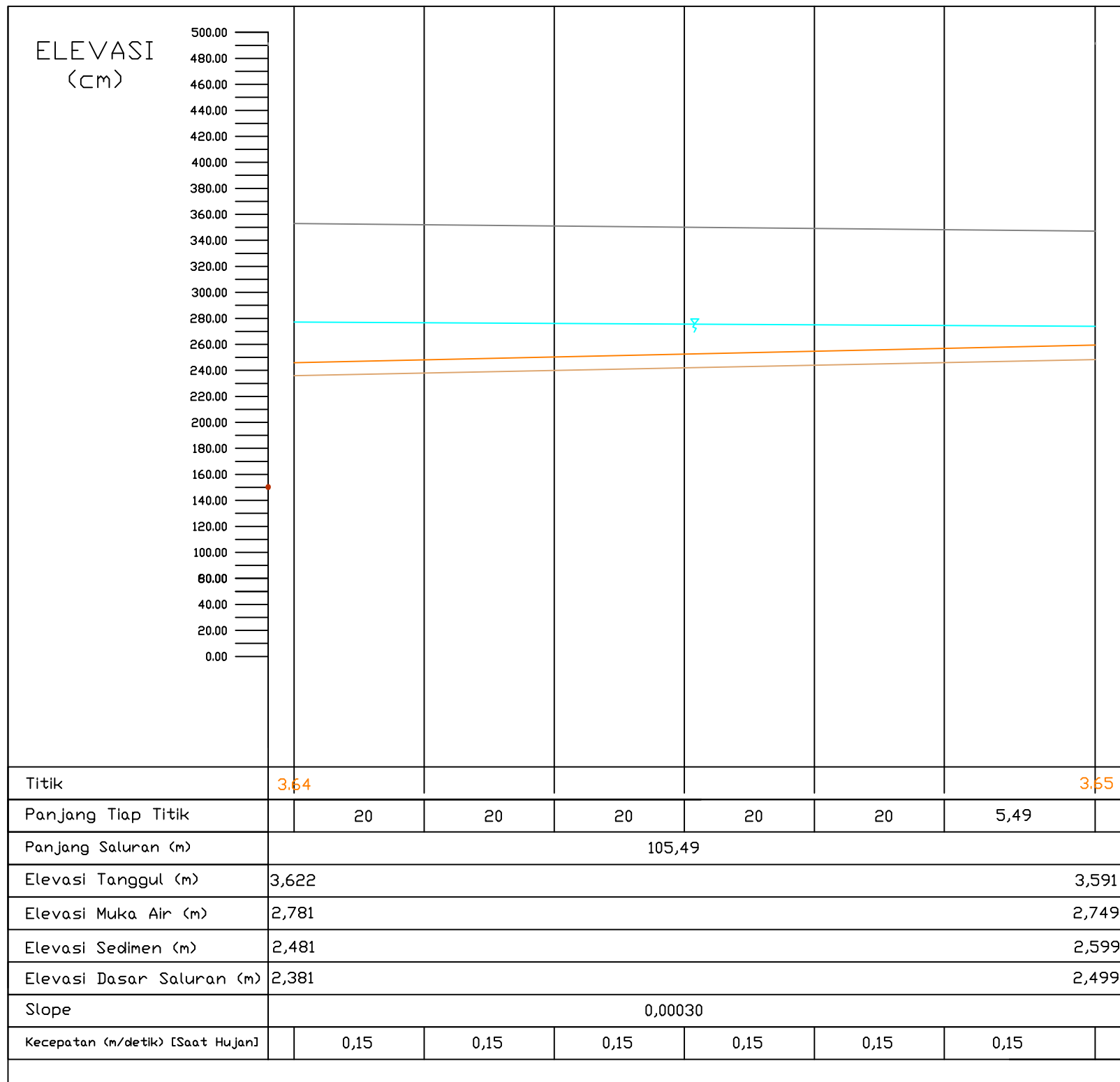
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	3.60						3.61
Panjang Tiap Titik	20	20	20	20	20	33,57	
Panjang Saluran (m)	133,57						
Elevasi Tanggul (m)	3,359						3,348
Elevasi Muka Air (m)	3,305						3,221
Elevasi Sedimen (m)	3,205						3,121
Elevasi Dasar Saluran (m)	3,105						3,021
Slope	0,00063						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

59

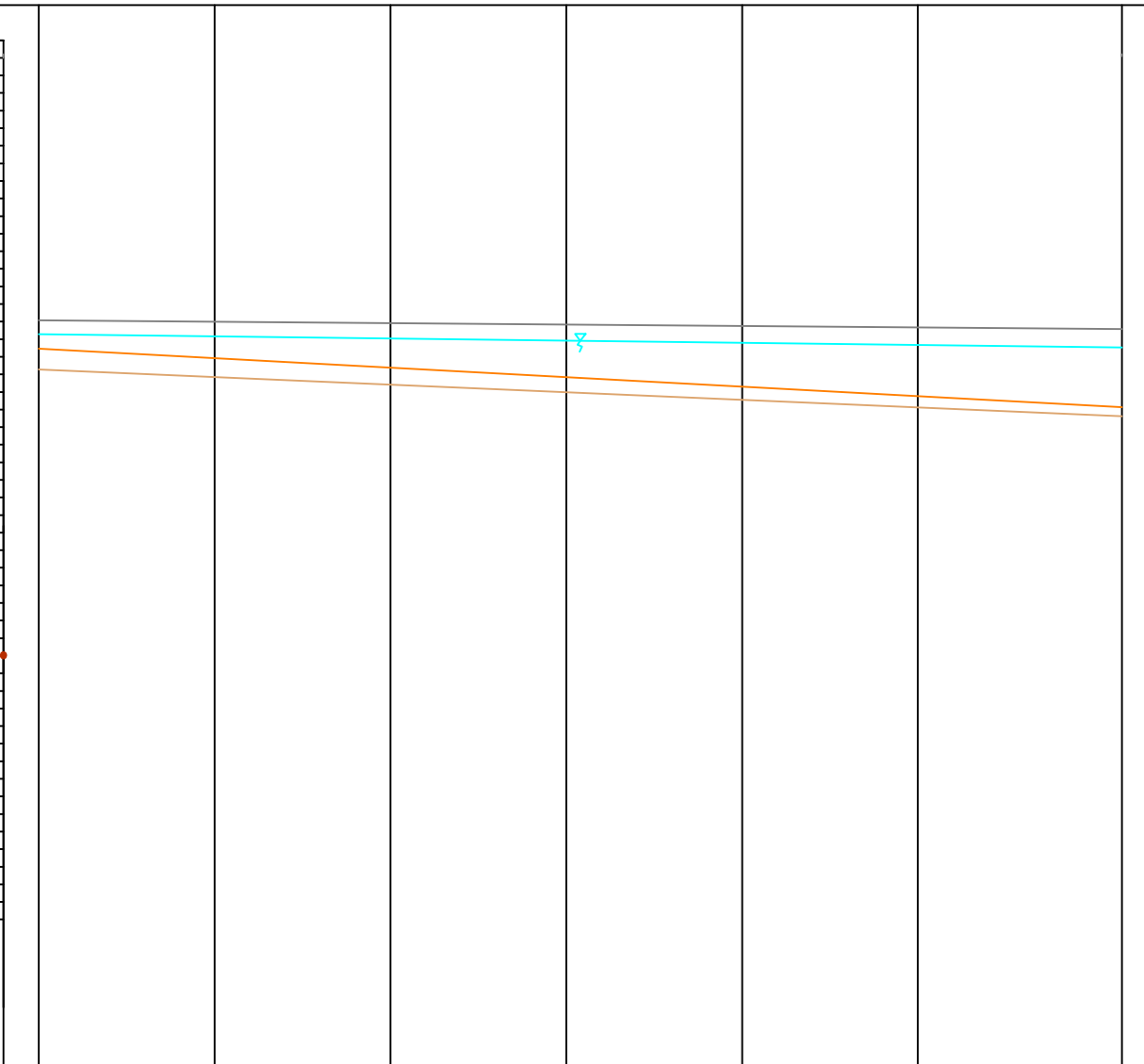
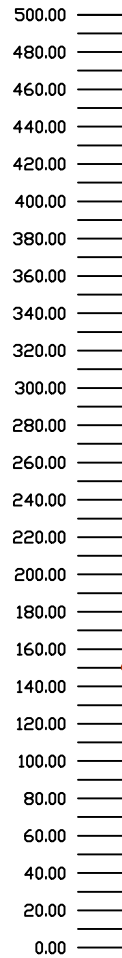
LAMPIRAN

4

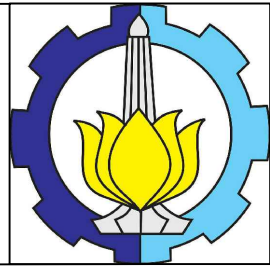
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	3,27							3,28
Panjang Tiap Titik	30	30	30	30	30	30	11,69	
Panjang Saluran (m)	161,69							
Elevasi Tanggul (m)	3,401							3,376
Elevasi Muka Air (m)	3,315							3,276
Elevasi Sedimen (m)	3,245							2,906
Elevasi Dasar Saluran (m)	3,115							2,876
Slope	0,00024							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

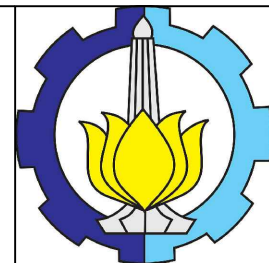
LAMPIRAN

60

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, PhD.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

61

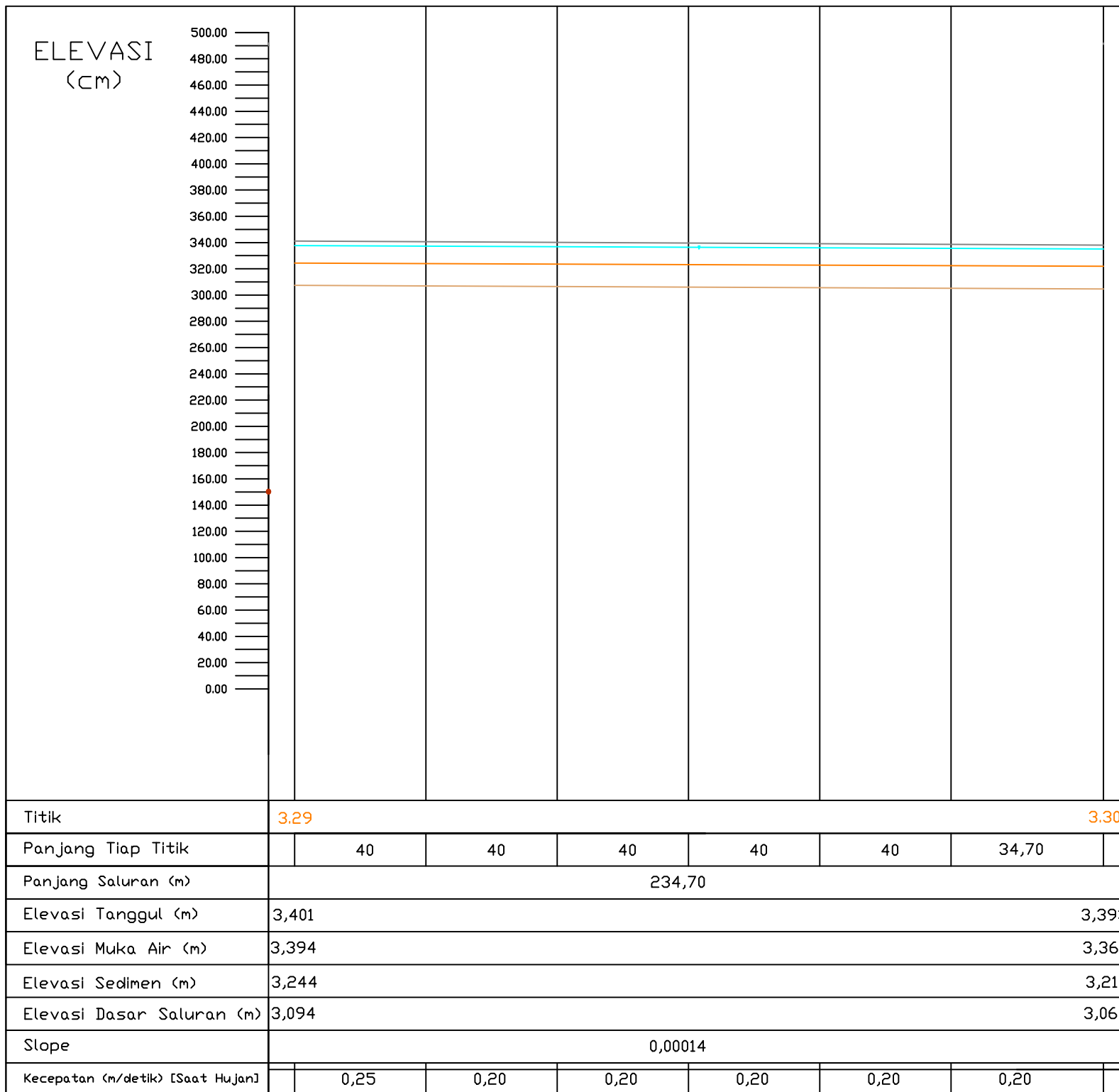
4

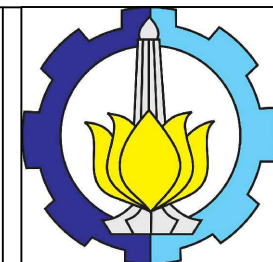
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)

500.00
480.00
460.00
440.00
420.00
400.00
380.00
360.00
340.00
320.00
300.00
280.00
260.00
240.00
220.00
200.00
180.00
160.00
140.00
120.00
100.00
80.00
60.00
40.00
20.00
0.00





TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. HAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

63

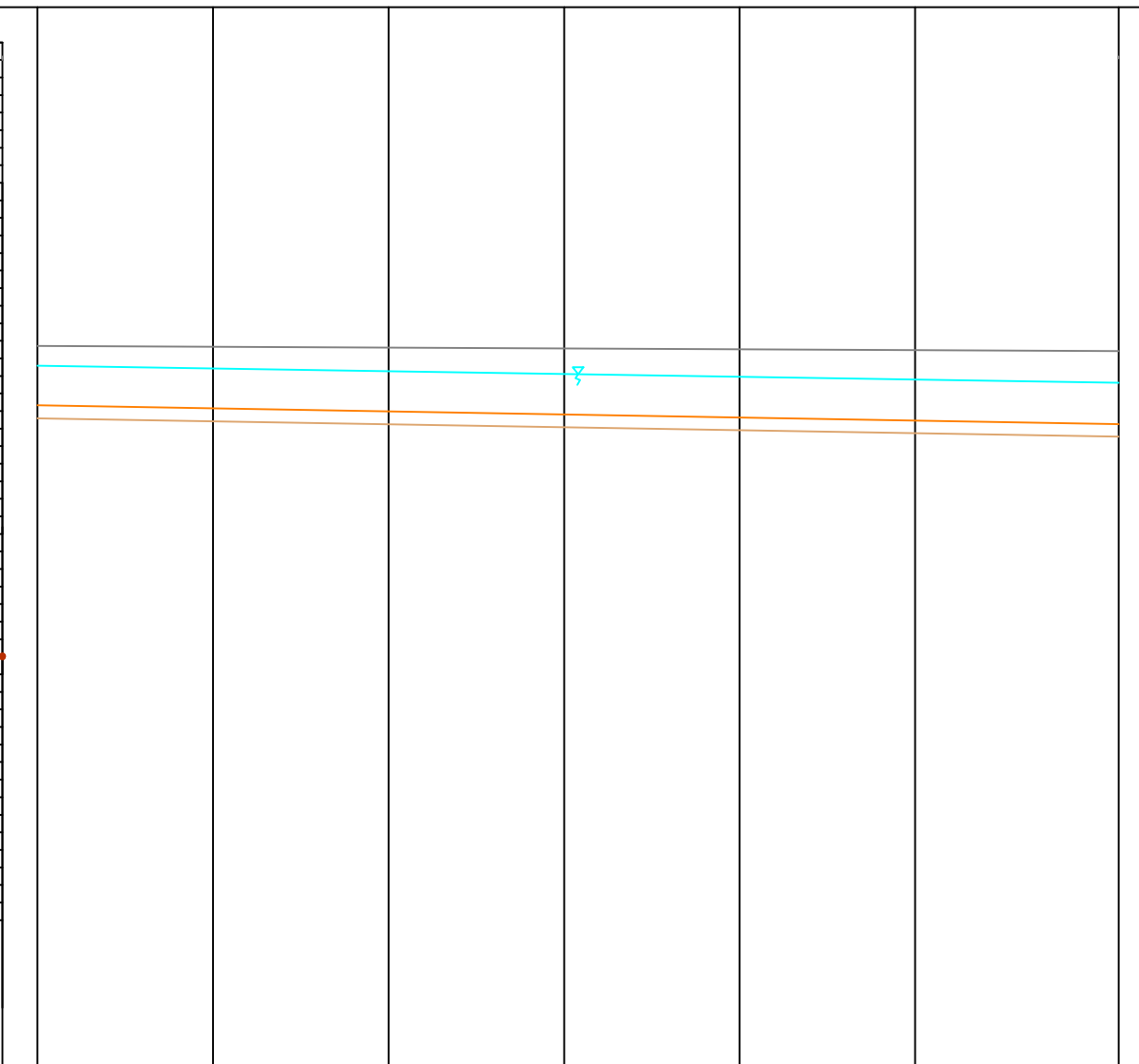
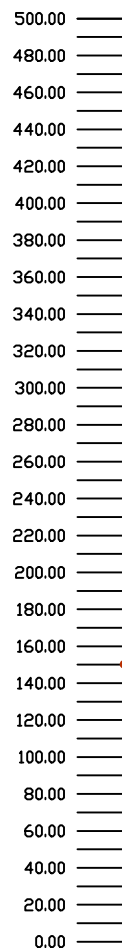
LAMPIRAN

4

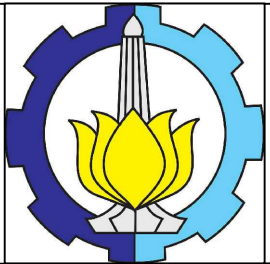
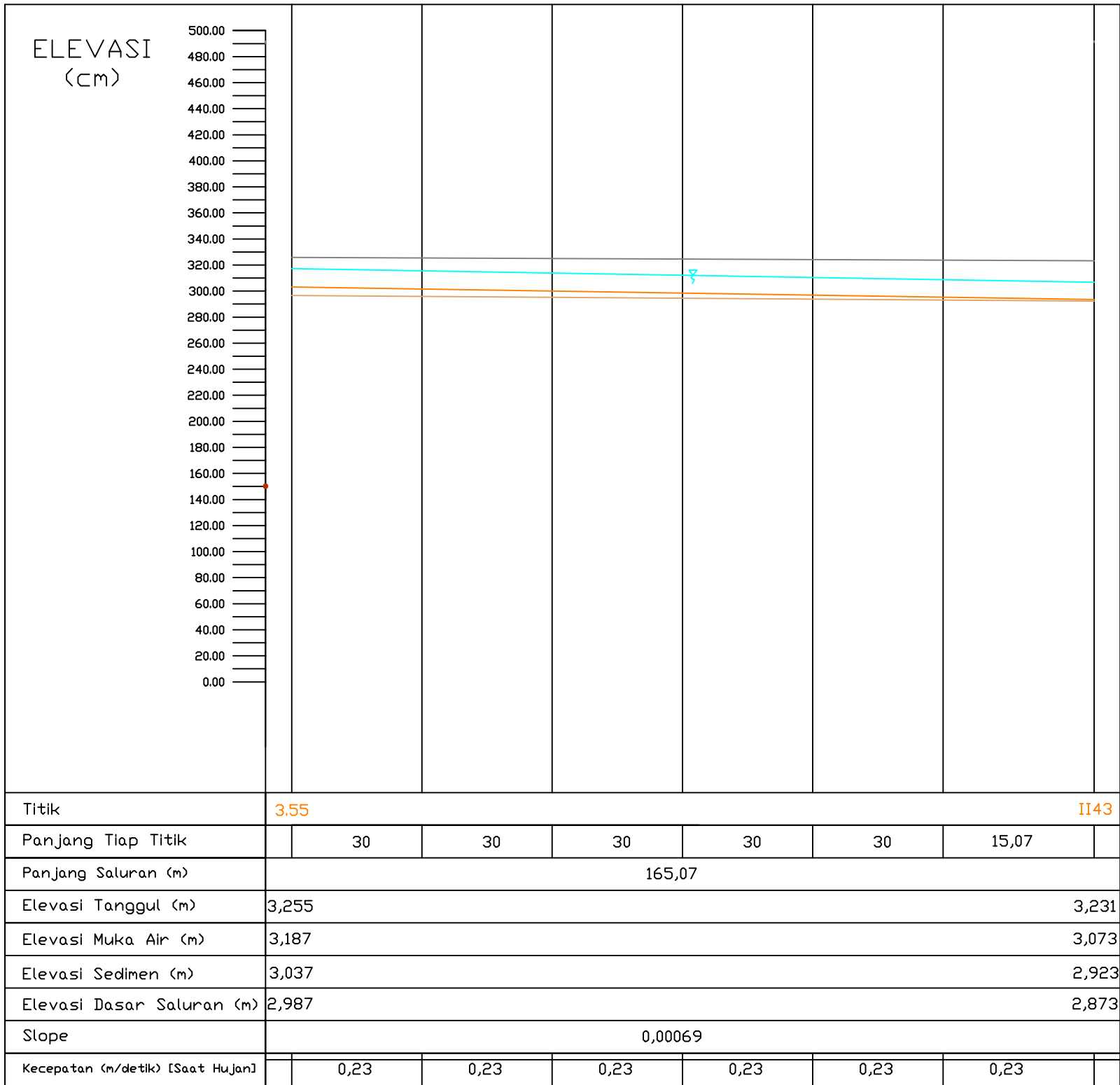
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	3.54							II42
Panjang Tiap Titik		30	30	30	30	30	31,66	
Panjang Saluran (m)	181,66							
Elevasi Tanggul (m)	3,276							3,243
Elevasi Muka Air (m)	3,181							3,082
Elevasi Sedimen (m)	2,911							2,812
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,881							2,782
Slope	0,00054							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME., Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

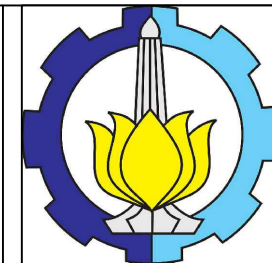
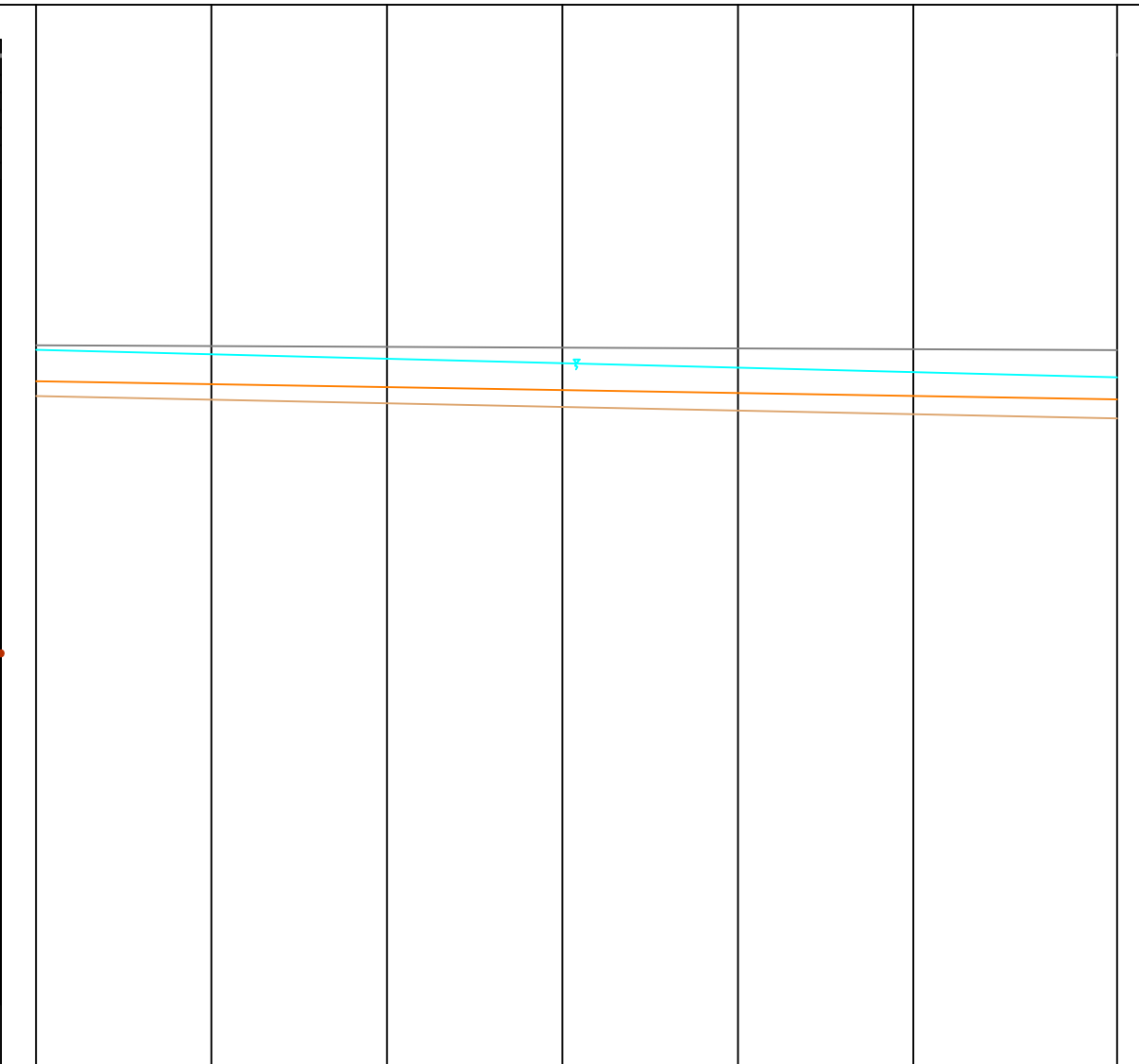
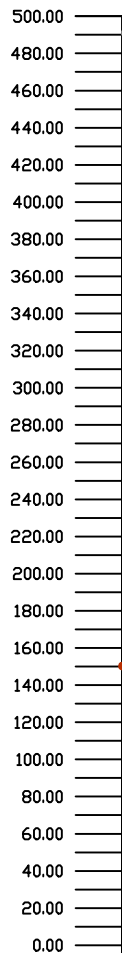
64

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

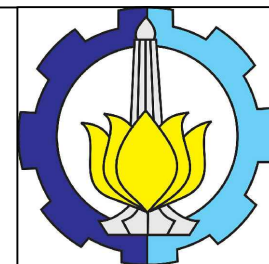
66

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

Titik	3.57							3.58
Panjang Tiap Titik		30	30	30	30	30	33,41	
Panjang Saluran (m)	183,41							
Elevasi Tanggul (m)	3,256							3,223
Elevasi Muka Air (m)	3,228							3,093
Elevasi Sedimen (m)	3,078							2,943
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,978							2,843
Slope	0,00074							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

67

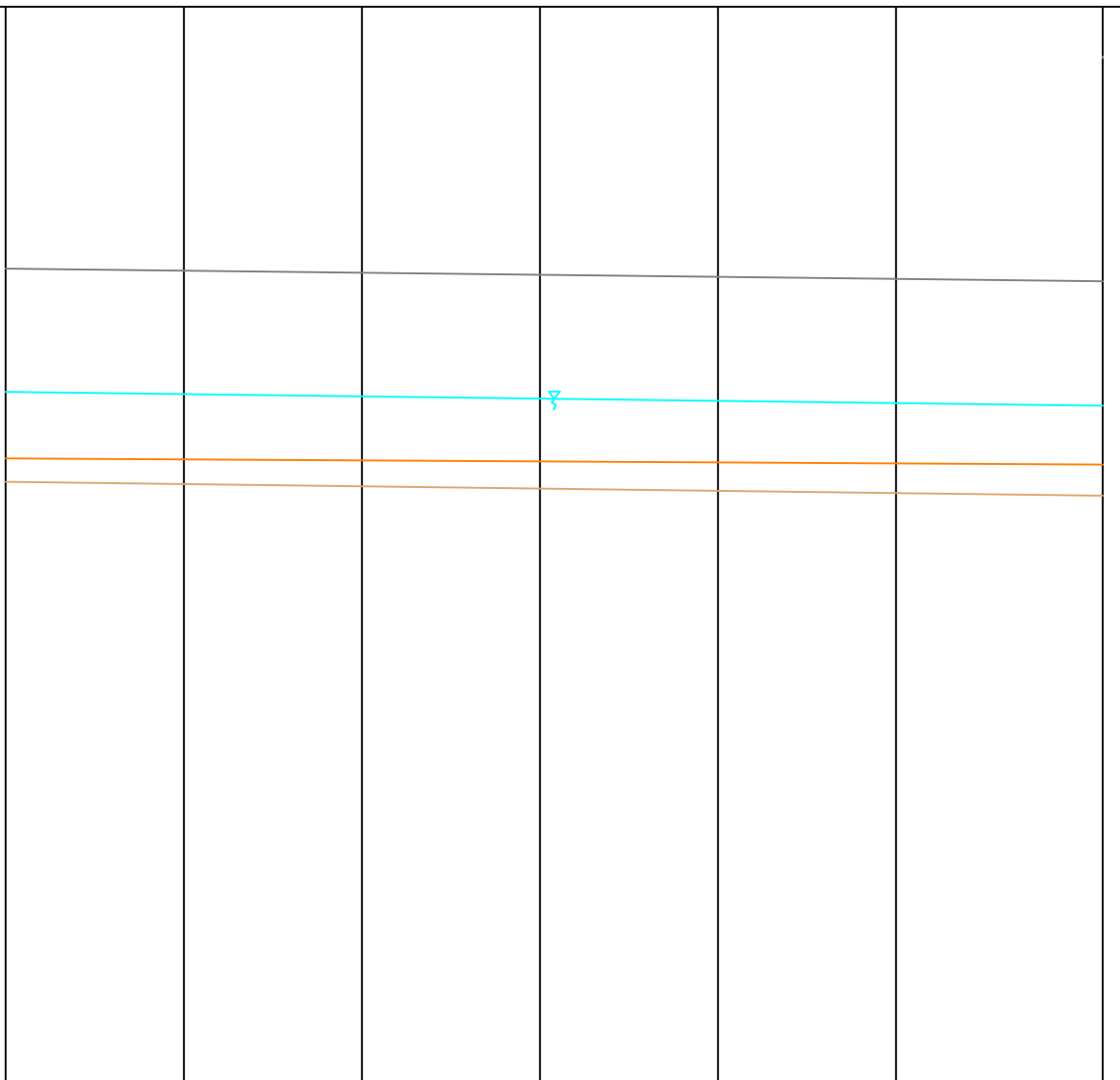
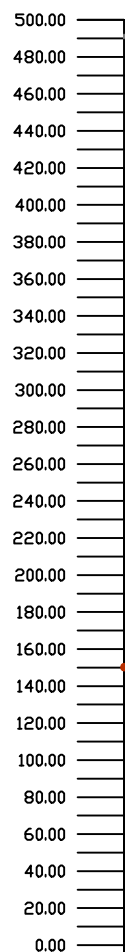
LAMPIRAN

4

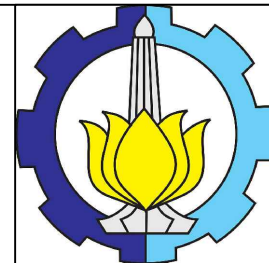
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	3.68							3.69
Panjang Tiap Titik		30	30	30	30	30	7,28	
Panjang Saluran (m)	157,28							
Elevasi Tanggul (m)	3,706							3,688
Elevasi Muka Air (m)	3,023							2,976
Elevasi Sedimen (m)	2,673							2,626
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,523							2,476
Slope	0,00030							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, P.H.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

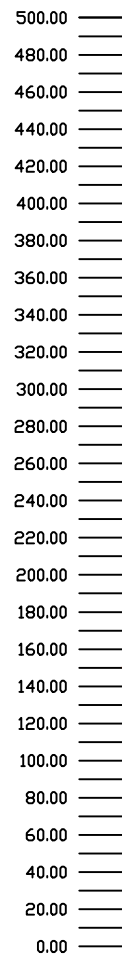
68

4

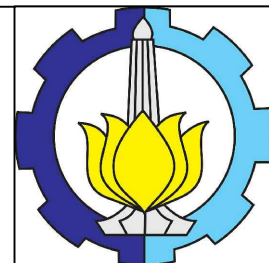
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	3.31						3.32
Panjang Tiap Titik	20	20	20	20	20	39,60	
Panjang Saluran (m)	139,60						
Elevasi Tanggul (m)	3,322						3,305
Elevasi Muka Air (m)	3,276						3,227
Elevasi Sedimen (m)	2,976						2,927
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,926						2,877
Slope	0,00022						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

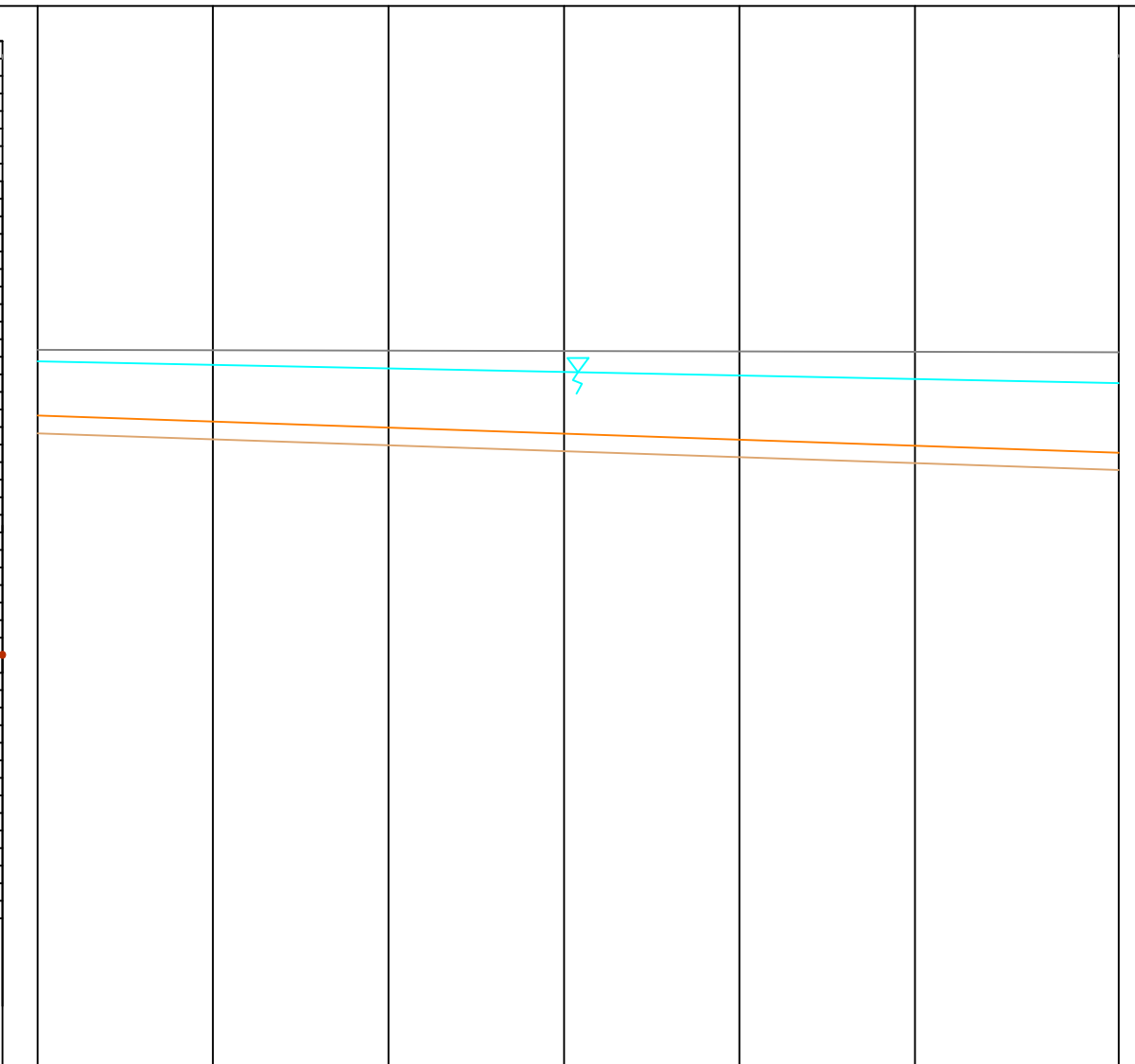
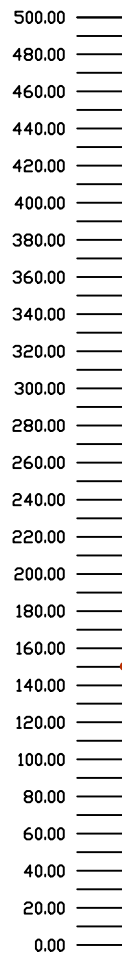
70

4

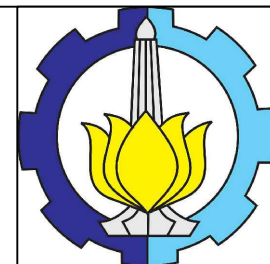
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	3.35 3.36						
Panjang Tiap Titik	30	30	30	30	30	33,20	
Panjang Saluran (m)	183,20						
Elevasi Tanggul (m)	3,229						3,224
Elevasi Muka Air (m)	3,186						3,051
Elevasi Sedimen (m)	2,886						2,651
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,786						2,551
Slope	0,00074						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

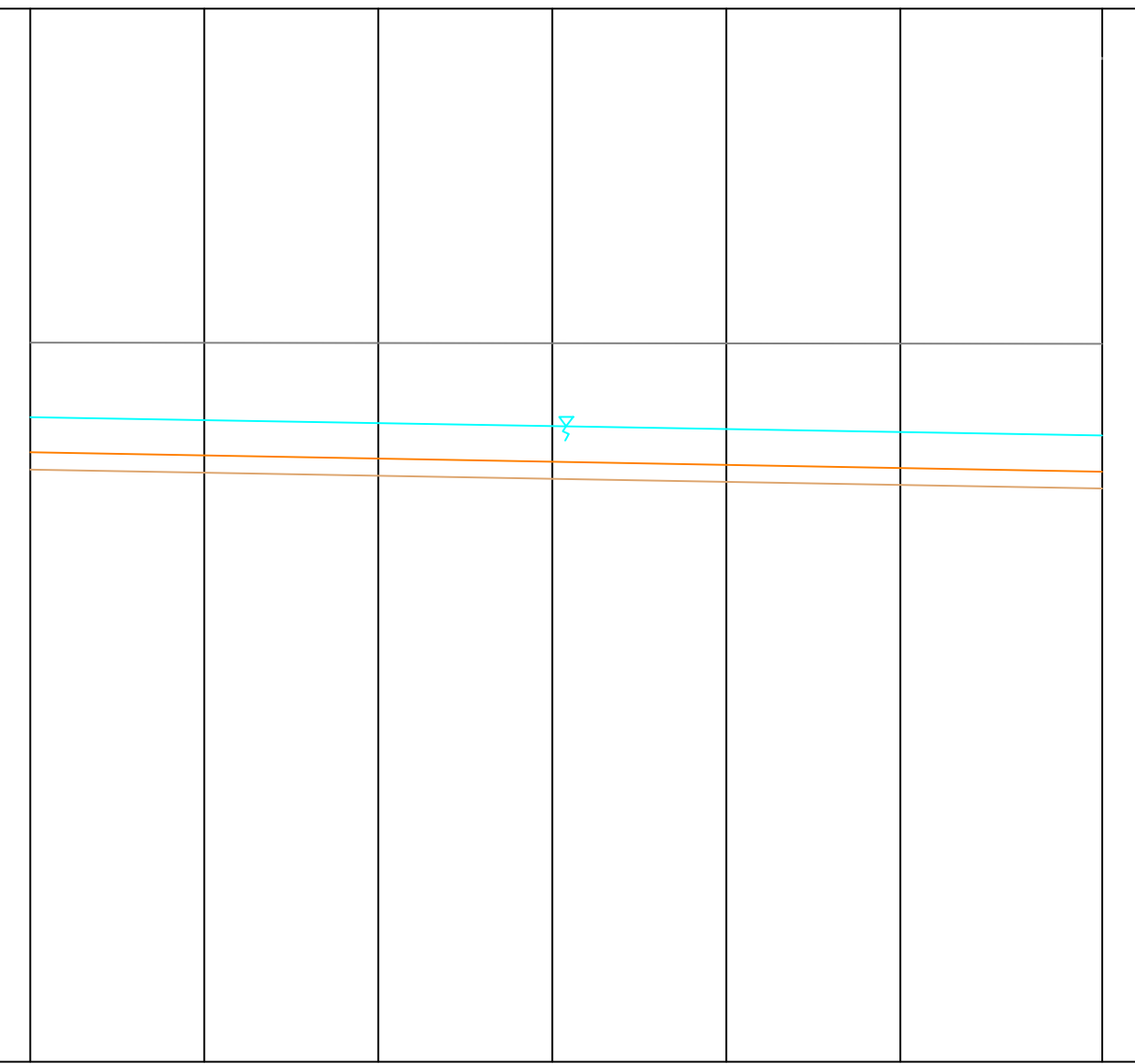
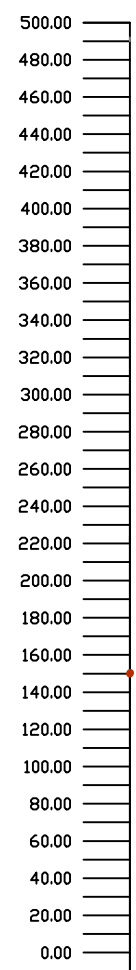
71

4

SKALA

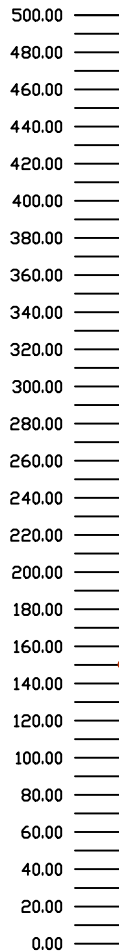
HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



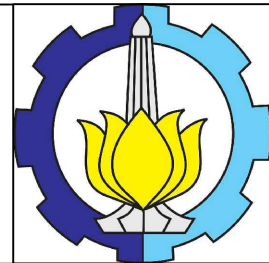
Titik	3.433.44						
Panjang Tiap Titik	80	80	80	80	80	28,06	
Panjang Saluran (m)	428,06						
Elevasi Tanggul (m)	3,2953,292						
Elevasi Muka Air (m)	2,8432,733						
Elevasi Sedimen (m)	2,6432,533						
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,5432,433						
Slope	0,00026						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	

ELEVASI
(cm)



Titik

	3,45						3,46
Panjang Tiap Titik	70	70	70	70	70	24,46	
Panjang Saluran (m)	374,46						
Elevasi Tanggul (m)	3,322						3,297
Elevasi Muka Air (m)	2,737						2,722
Elevasi Sedimen (m)	2,527						2,512
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,437						2,422
	0,00004						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

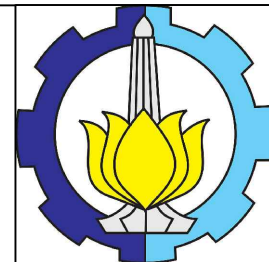
LAMPIRAN

72

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

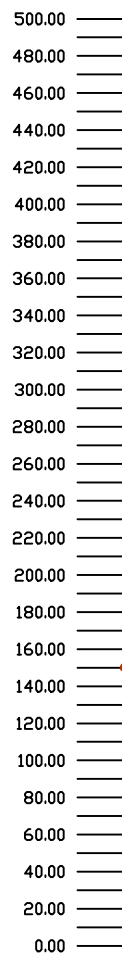
73

4

SKALA

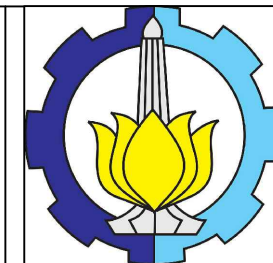
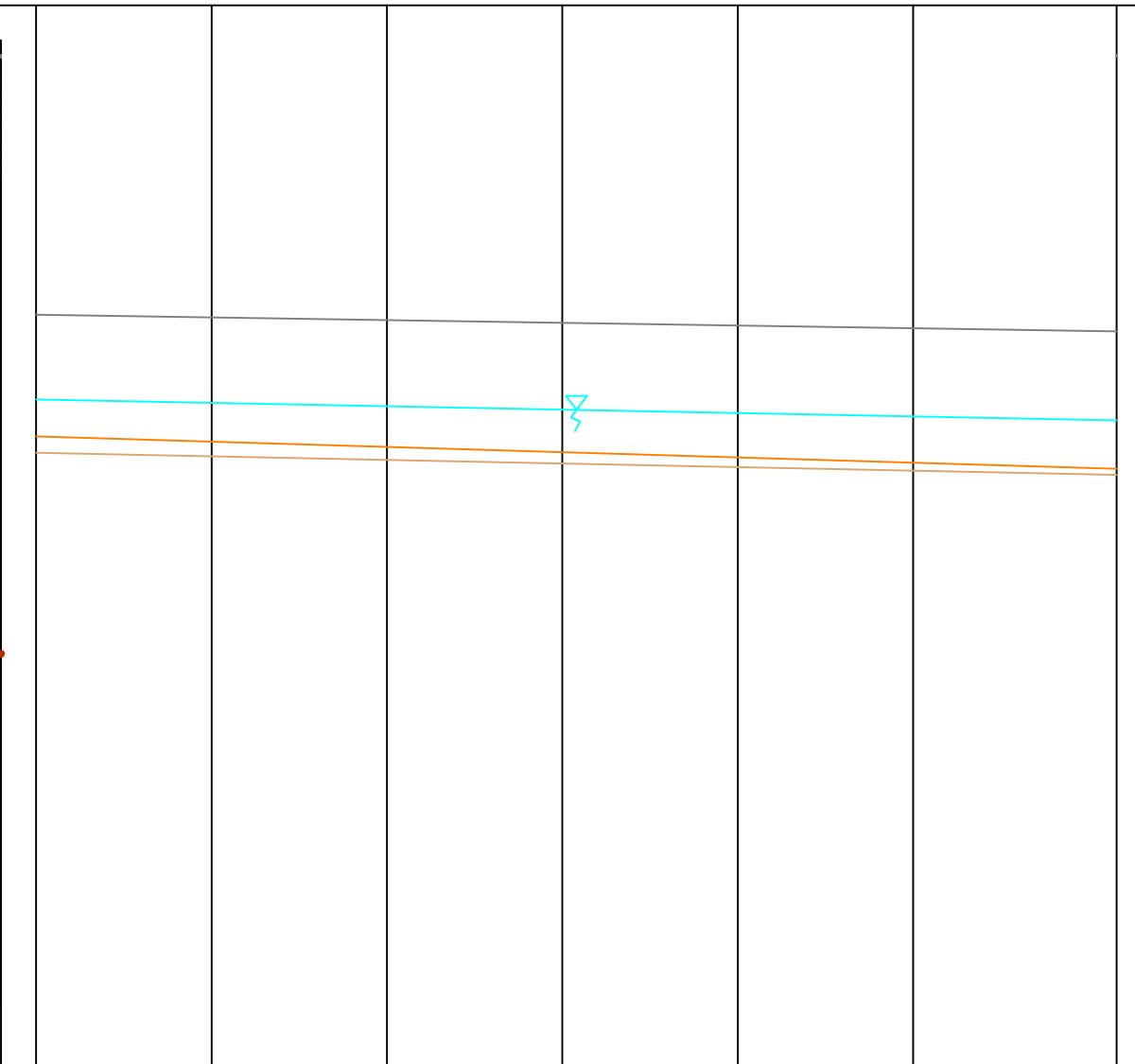
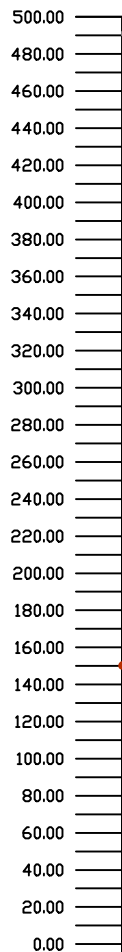
HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	3.47							3.48
Panjang Tiap Titik		60	60	60	60	60	29,90	
Panjang Saluran (m)	329,90							
Elevasi Tanggul (m)	3,265							3,105
Elevasi Muka Air (m)	3,045							2,845
Elevasi Sedimen (m)	2,825							2,625
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,745							2,545
Slope	0,00061							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	

ELEVASI
(cm)



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME., P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

75

LAMPIRAN

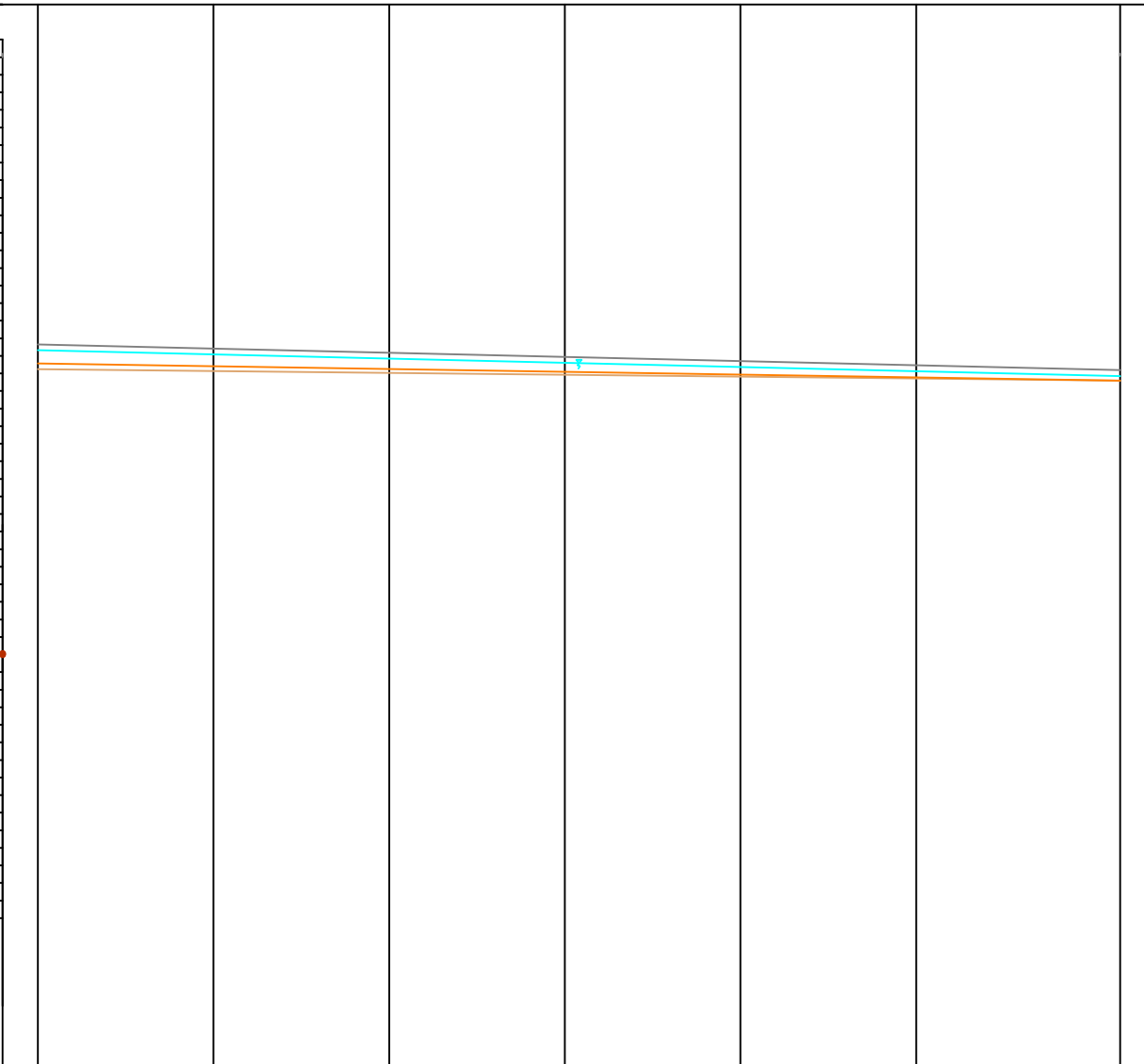
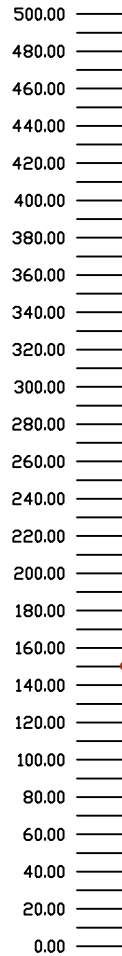
4

SKALA

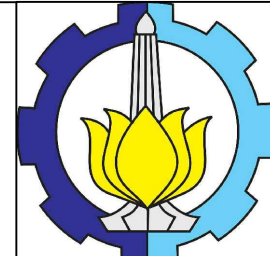
HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

Titik	3.51 M						
Panjang Tiap Titik	30	30	30	30	30	45,43	
Panjang Saluran (m)	195,43						
Elevasi Tanggul (m)	3,433						3,342
Elevasi Muka Air (m)	2,967						2,812
Elevasi Sedimen (m)	2,737						2,582
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,667						2,512
Slope	0,00079						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	

ELEVASI
(cm)



Titik	3,39 3,40						
Panjang Tiap Titik	30	30	30	30	30	28,71	
Panjang Saluran (m)	178,71						
Elevasi Tanggul (m)	3,265						3,105
Elevasi Muka Air (m)	3,224						3,098
Elevasi Sedimen (m)	3,184						3,078
Elevasi Dasar Saluran (m)	3,124						3,078
Slope	0,00071						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

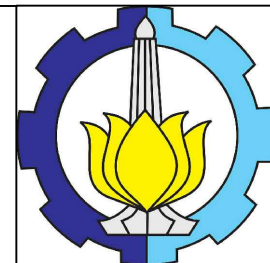
JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR	LAMPIRAN
77	4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

80

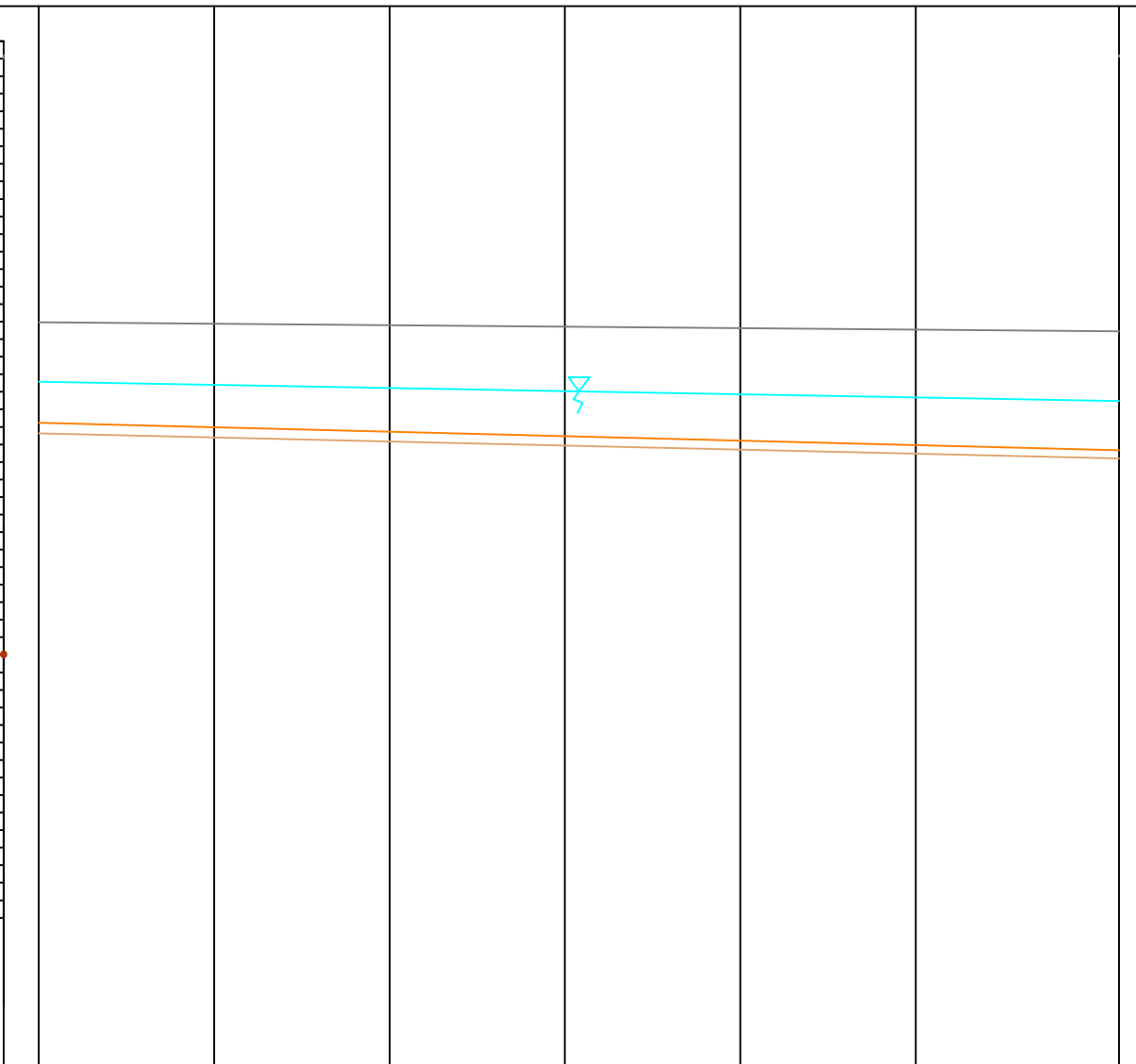
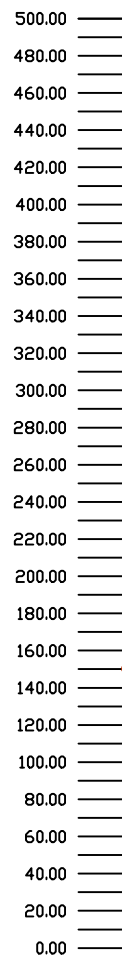
4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000

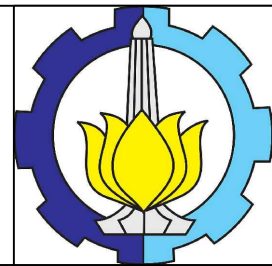
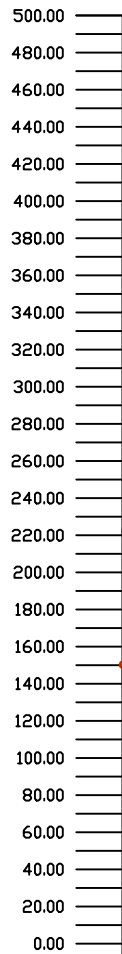
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	3,59 M						
Panjang Tiap Titik	30	30	30	30	30	6,43	
Panjang Saluran (m)	156,43						
Elevasi Tanggul (m)	3,399						3,342
Elevasi Muka Air (m)	3,065						2,932
Elevasi Sedimen (m)	2,815						2,682
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,765						2,632
Slope	0,00085						
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	

ELEVASI
(cm)



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

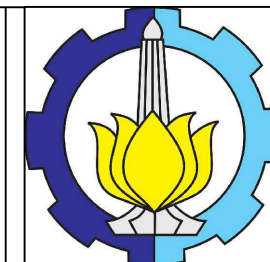
81

4

SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

Titik	3.703.71							
Panjang Tiap Titik		40	40	40	40	40	16,22	
Panjang Saluran (m)	216,22							
Elevasi Tanggul (m)	3,021							2,966
Elevasi Muka Air (m)	3,012							2,948
Elevasi Sedimen (m)	2,982							2,948
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,912							2,878
Slope	0,00030							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	



TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

- Elevasi Tanggul
- Elevasi Muka Air
- Elevasi Sedimen
- Elevasi Dasar Saluran

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS HARDYANTO, ME, P.h.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG SALURAN TERSIER

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

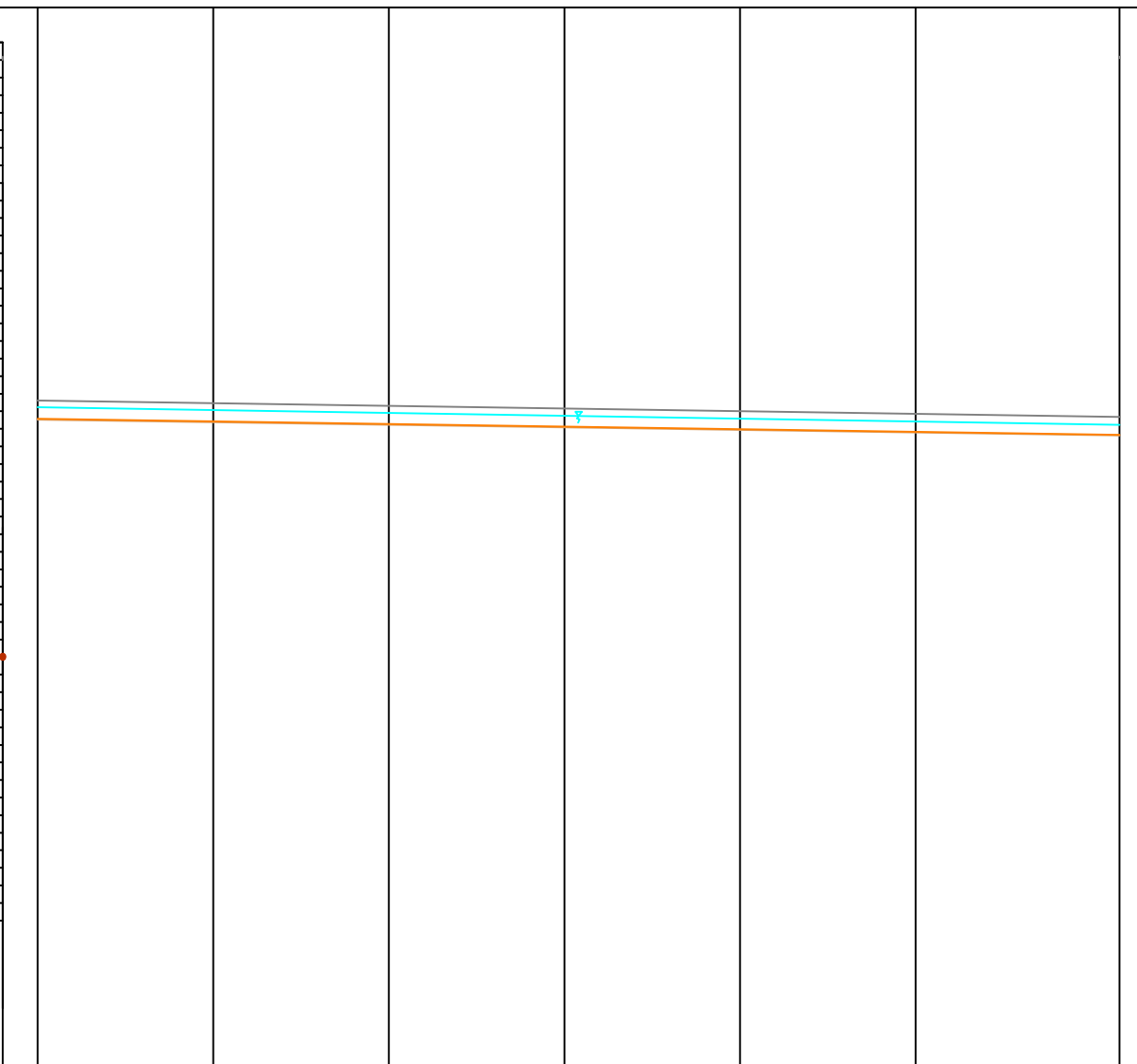
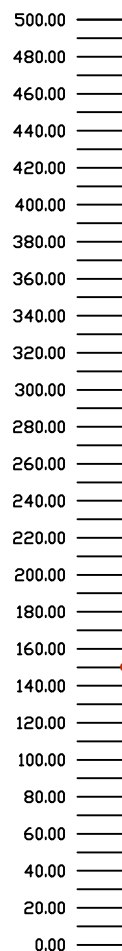
82

4

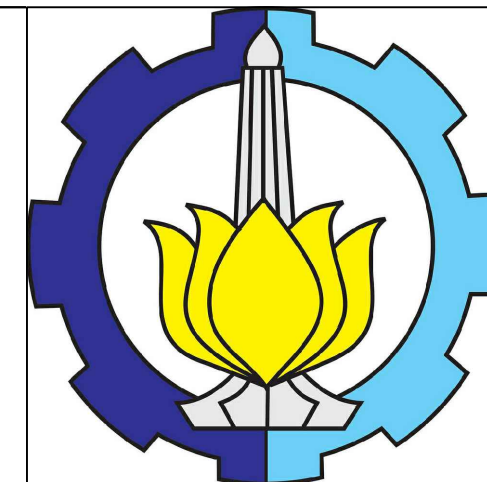
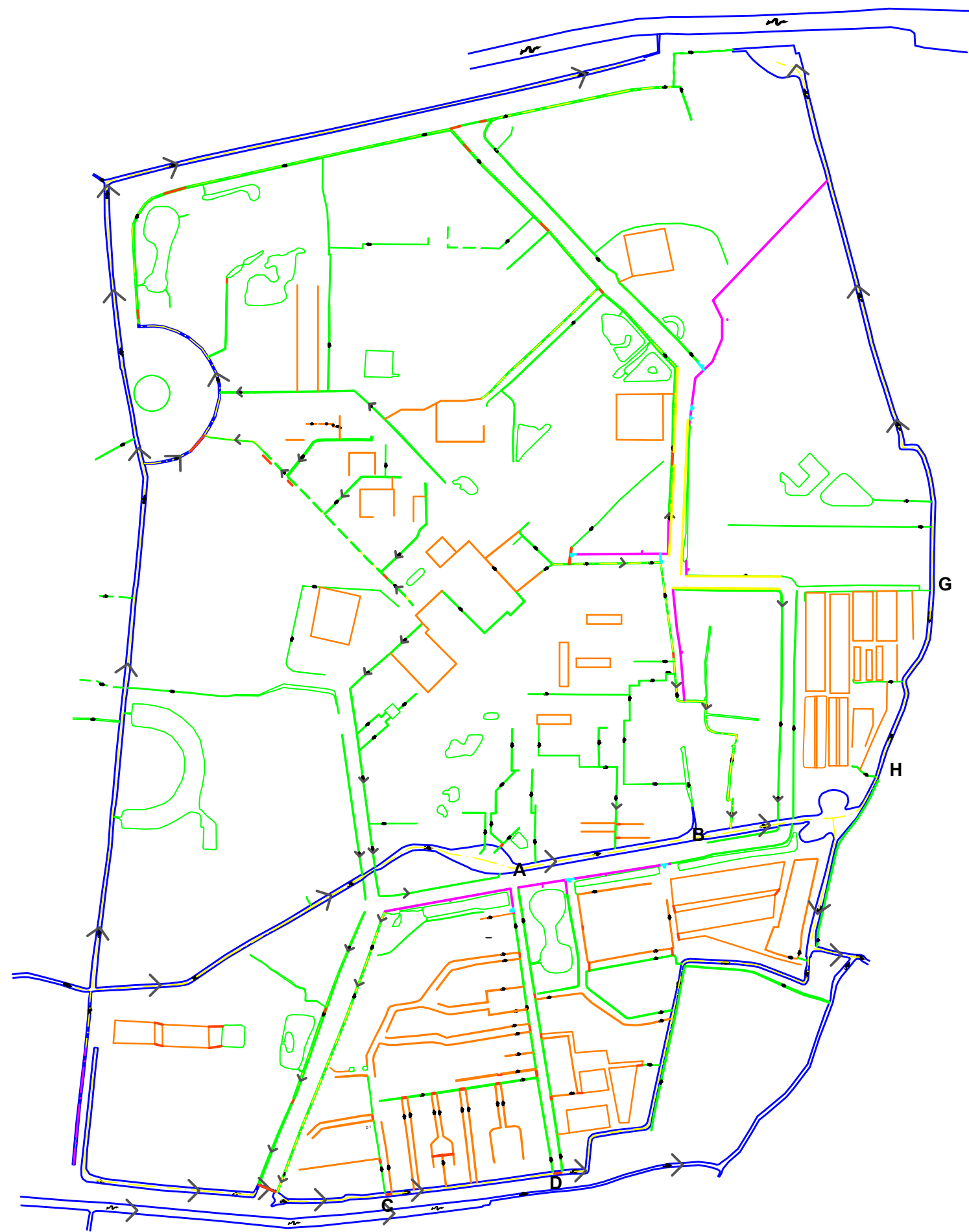
SKALA

HORIZONTAL = 1 : 40000
VERTIKAL = 1 : 40

ELEVASI
(cm)



Titik	3.71							3.72
Panjang Tiap Titik		15	15	15	15	15	12,27	
Panjang Saluran (m)	87,27							
Elevasi Tanggul (m)	2,966							2,876
Elevasi Muka Air (m)	2,928							2,826
Elevasi Sedimen (m)	2,888							2,786
Elevasi Dasar Saluran (m)	2,878							2,776
Slope	0,00117							
Kecepatan (m/detik) [Saat Hujan]		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	




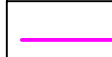
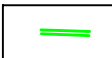


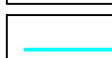
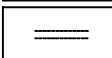
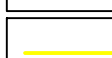
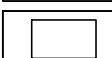
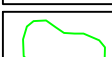
DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA

	Saluran Primer		Saluran Baru
	Saluran Sekunder		Gorong-gorong Eksisting
	Saluran Tersier		Gorong-gorong Baru
	Jalan		Penambahan Street Inlet
	Bangunan		
	Bozem		

NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME., Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

Peta Konstruksi Sistem Drainase ITS

NO. GAMBAR

LAMPIRAN

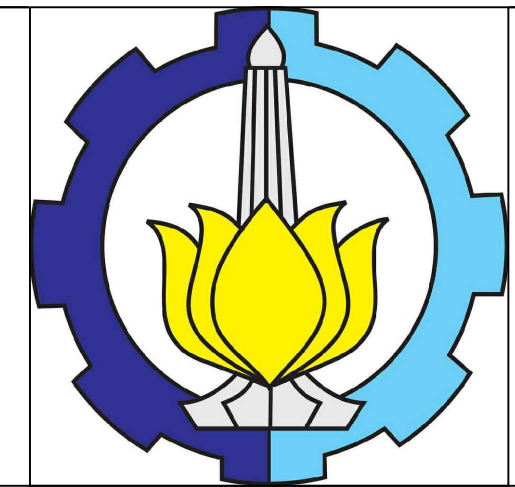
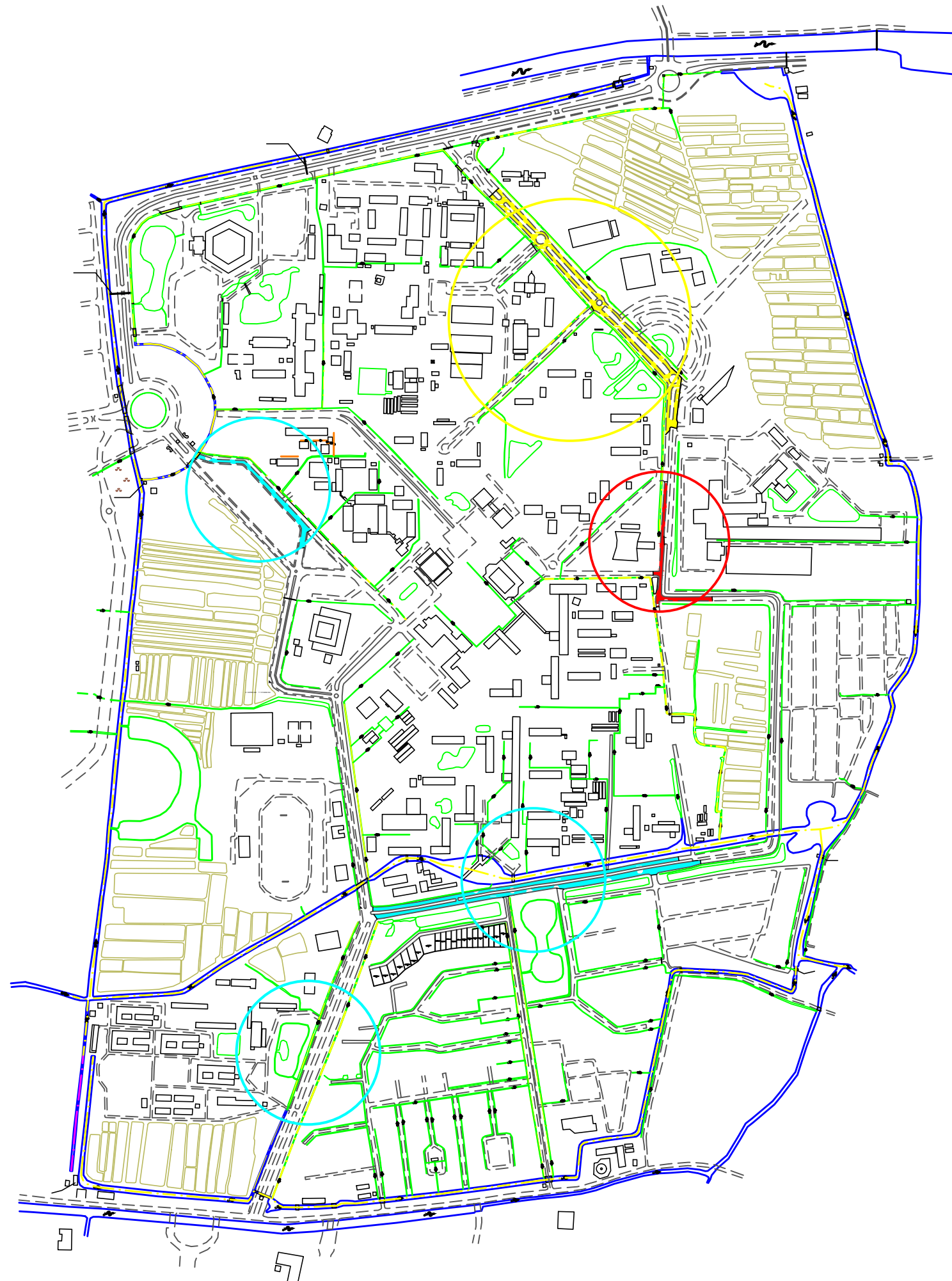
1

5

SKALA

0 80 160 240 320 400m





DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
DAN PENGENDALIAN GENANGAN
AIR DI KAMPUS DAN PERUMAHAN
ITS SURABAYA

LEGENDA



NAMA MAHASISWA

ELDO FIKRI ALVIN
3313100086

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MAS AGUS MARDYANTO, ME, Ph.D.
19620816 199003 1 004

JUDUL GAMBAR

Peta Genangan ITS

NO. GAMBAR

1

LAMPIRAN


6



SKALA

0 80 160 240 320 400m






Lokasi	Keadaan	Dokumentasi
Depan Teknik Elektro – Teknik Mesin	Saluran dipenuhi sampah dan buntu, aliran air diam (saat tidak hujan)	
Depan Teknik Industri	Saluran banyak tumbuhan dan sampah.	
Sekitar Teknik Industri dan Teknik Kimia	<p>Saluran banyak tanaman, sampah, dan sedimen tinggi. Untuk saluran Teknik Kimia, arah aliran menjadi jauh sehingga air bisa meleber ke jalan lebih banyak, rekomendasi saluran Teknik Kimia dan Teknik Industri disatukan.</p> <p>Akhir dari saluran Teknik Kimia dan Industri berakhir pada gorong-gorong yang kemudian mengalir ke irigasi sawah.</p> <p>Pada saluran hingga gorong-gorong kecepatan air cepat hingga $v = 0,25 \text{ m/s}$, namun pada saluran irigasi air tidak mengalir (diam)</p> <p>Rekomendasi: berikan pasangan batu untuk saluran irigasi, hingga sampai depan sawah, setelah melewati sawah beri pasangan batu</p>	

Lokasi	Keadaan	Dokumentasi
	kembali menuju saluran primer.	

Lokasi	Keadaan	Dokumentasi
Belakang Teknik Material dan Metalurgi	<p>Terdapat retention pond alami, yang bersambung dengan saluran primer.</p> <p>Pada ujung saluran yang akan menuju saluran primer tidak ada pasangan dan tidak ada air serta penuh dengan tanaman.</p> <p>Rekomendasi digali agar permukaan tanah sedikit landai agar air dapat mengalir dan berikan pasangan batu pada saluran kecil yang akan menuju saluran primer</p>	
Minimarket Depan Biologi	<p>Saluran Buntu, perlu ditambah pasangan batu mengingat tingginya genangan pada daerah tersebut.</p>	

Lokasi	Keadaan	Dokumentasi	
Teknik Lingkungan	Banyaknya sediment dan sampah, pada saat hujan, saluran tidak mampu menampung debit. Perlu dilakukan pengerukan rutin.		
Saluran Primer depan Biologi	Banyak tumbuhan dan endapan lumpur, perlu dilakukan normalisasi.		
Teknik Sipil	Saluran buntu dan dipenuhi sampah dan sedimen.		
Jurusan Planologi	Saluran dipenuhi tanaman, butuh pembersihan rutin.		

Lokasi	Keadaan	Dokumentasi
Graha	Penuh Tanaman, perlu dibersihkan agar pada saat hujan saluran lebih banyak menampung air.	
Bozem utara dan Blok T Perumahan Dosen	Saluran dipenuhi eceng gondok, perlu dilakukan pembersihan rutin mengingat kedua saluran ini adalah outlet dari saluran primer dan saluran-saluran sekitar FTK sehingga membutuhkan kapasitas yang besar.	 

HARGA SATUAN POKOK KEGIATAN
(HSPK)

NOMOR	URAIAN KEGIATAN	Koef.	SATUAN	HARGA SATUAN	HARGA
24.01.02.07	Penggalian Tanah Biasa untuk Konstruksi		m3		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0250	O.H	158,000.00	3,950.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.7500	O.H	110,000.00	82,500.00
				Jumlah:	86,450.00
				Nilai HSPK :	86,450.00

NOMOR	URAIAN KEGIATAN	Koef.	SATUAN	HARGA SATUAN	HARGA
24.01.02.20	Pengerukan Saluran (manual)		m3		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0400	O.H	158,000.00	6,320.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.4000	O.H	110,000.00	44,000.00
				Jumlah:	50,320.00
	<u>Bahan:</u>				
20.01.01.38.01.F	Glangsing 25 kg (isi 150 kg sedimen)	12.0000	Lembar	2,200.00	26,400.00
				Jumlah:	26,400.00
	<u>Sewa Peralatan :</u>				
23.02.05.09.04.03.F	Sewa Dump Truk 5 Ton	0.0880	Jam	69,200.00	6,089.60
				Jumlah:	6,089.60
				Nilai HSPK :	82,809.60
24.01.02.24	Pengerukan Saluran (alat berat)		m3		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0070	O.H	158,000.00	1,106.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.2260	O.H	110,000.00	24,860.00
				Jumlah:	25,966.00
	<u>Sewa Peralatan :</u>				
23.02.05.09.04.03.F	Sewa Dump Truk 5 Ton	0.6400	Jam	69,200.00	44,288.00
23.02.05.11.01.01.F	Sewa Escavator 6m3	0.1500	Jam	138,400.00	20,760.00
				Jumlah:	65,048.00
				Nilai HSPK :	91,014.00

NOMOR	URAIAN KEGIATAN	Koef.	SATUAN	HARGA SATUAN	HARGA
24.02.01.11	Pekerjaan Pemasangan Batu Kali Belah 15/20 cm (1 Pc : 3 Ps)		m3		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0750	O.H	158,000.00	11,850.00
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang Batu	0.0750	O.H	148,000.00	11,100.00
23.02.04.01.03.F	Tukang Batu	0.7500	O.H	121,000.00	90,750.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	1.5000	O.H	110,000.00	165,000.00
				Jumlah:	278,700.00
	<u>Bahan:</u>				
20.01.01.02.02.F	Semen PC 50 Kg	4.0400	Zak	69,100.00	279,164.00
20.01.01.04.03.F	Pasir Pasang	0.4850	M3	225,100.00	109,173.50
20.01.01.05.03.01.F	Batu Kali Belah 15/20 cm	1.2000	0,6M3	448,100.00	537,720.00
				Jumlah:	926,057.50
				Nilai HSPK :	1,204,757.50

NOMOR	URAIAN KEGIATAN	Koef.	SATUAN	HARGA SATUAN	HARGA
24.03.01.25	Pekerjaan Balok Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)		m3		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.318	O.H	158,000.00	50,244.00
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang Besi	0.333	O.H	148,000.00	49,284.00
23.02.04.01.03.F	Tukang Besi	1.4	O.H	121,000.00	169,400.00
23.02.04.01.03.F	Tukang Batu	0.275	O.H	121,000.00	33,275.00
23.02.04.01.03.F	Tukang Kayu	1.65	O.H	121,000.00	199,650.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	6.35	O.H	110,000.00	698,500.00
				Jumlah:	1,200,353.00
	<u>Bahan:</u>				
20.01.01.02.01.F	Semen PC 40 Kg	8.4	Zak	60,700.00	509,880.00
20.01.01.04.04.F	Pasir Cor	0.54	M3	243,000.00	131,220.00
20.01.01.05.04.01.F	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.81	M3	487,900.00	395,199.00
20.01.01.09.01.01.F	Besi Beton Polos	210	Kg	12,500.00	2,625,000.00
20.01.01.28.04.04.F	Paku Usuk	3.2	Kg	19,800.00	63,360.00
20.01.01.34.02.F	Plywood Uk .122x 244 x 9 mm	2.8	Lembar	121,400.00	339,920.00
20.01.01.35.01.01.F	Kawat Beton	3	Kg	25,500.00	76,500.00
20.01.01.43.04.05.F	Kayu Meranti Bekisting	0.32	M3	3,350,400.00	1,072,128.00
20.01.01.43.04.07.F	Kayu Meranti Balok 4/6, 5/7	0.14	M3	4,711,500.00	659,610.00
20.01.02.01.03.F	Minyak Bekisting	1.6	Liter	29,600.00	47,360.00
				Jumlah:	5,920,177.00
				Nilai HSPK :	7,120,530.00

NOMOR	URAIAN KEGIATAN	Koef.	SATUAN	HARGA SATUAN	HARGA
24.04.01.11	Pemasangan Batu Merah Kosongan		m3		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0495	O.H	158,000.00	7,821.00
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang Batu	0.0330	O.H	148,000.00	4,884.00
23.02.04.01.03.F	Tukang Batu	0.3300	O.H	121,000.00	39,930.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.9900	O.H	110,000.00	108,900.00
				Jumlah:	161,535.00
	<u>Bahan:</u>				
20.01.01.05.06.01.F	Batu Bata Merah Kelas 1 (Uk. 22x11x4.5 cm)	755.0000	Press	1,000.00	755,000.00
				Jumlah:	755,000.00
				Nilai HSPK :	916,535.00
24.04.01.12	Pembongkaran Dinding Tembok Dengan Pembersihan		m2		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0500	O.H	158,000.00	7,900.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	1.0000	O.H	110,000.00	110,000.00
				Jumlah:	117,900.00
				Nilai HSPK :	117,900.00

NOMOR	URAIAN KEGIATAN	Koef.	SATUAN	HARGA SATUAN	HARGA
24.07.03.23	Pemasangan Lubang Drainase		Buah		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0025	Orang Hari	158,000.00	395.00
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang	0.003	Orang Hari	148,000.00	444.00
23.02.04.01.03.F	Tukang	0.03	Orang Hari	121,000.00	3,630.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.06	Orang Hari	110,000.00	6,600.00
				Jumlah:	11,069.00
	<u>Bahan:</u>				
20.01.01.44.01.F	Ijuk	0.05	Kg	13,000.00	650.00
20.05.01.02.02.02.F	Pipa Plastik PVC Tipe C Uk. 2 inchi Pj. 4mtr	0.125	Batang	50,000.00	6,250.00
				Jumlah:	6,900.00
				Nilai HSPK :	17,969.00
24.07.03.24	Pembersihan Saluran Kedalaman s/d 1m		m2		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.008	Orang Hari	158,000.00	1,264.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.05	Orang Hari	110,000.00	5,500.00
				Jumlah:	6,764.00
				Nilai HSPK :	6,764.00

NOMOR	URAIAN KEGIATAN	Koef.	SATUAN	HARGA SATUAN	HARGA
24.07.03.25	Angkutan Pembersihan Saluran		m3		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.008	Orang Hari	158,000.00	1,264.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.83	Orang Hari	110,000.00	91,300.00
				Jumlah:	92,564.00
	<u>Sewa Peralatan:</u>				
23.02.05.09.04.03.F	Sewa Dump Truk 5 Ton	0.02	Jam	69,200.00	1,384.00
				Jumlah:	1,384.00
				Nilai HSPK :	93,948.00
24.07.03.26	Pengerukan Lumpur (GORONG-2)		m3		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.05	Orang Hari	158,000.00	7,900.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	1.5	Orang Hari	110,000.00	165,000.00
				Jumlah:	172,900.00
				Nilai HSPK :	172,900.00
24.07.03.27	Galian Drainase		m3		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.025	Orang Hari	158,000.00	3,950.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.75	Orang Hari	110,000.00	82,500.00
				Jumlah:	86,450.00
	<u>Sewa Peralatan:</u>				
23.02.05.12.01.06.F	Sewa Alat Bantu 1set @ 3 alat	1	M3	1,100.00	1,100.00
				Jumlah:	1,100.00
				Nilai HSPK :	87,550.00
24.07.03.28	Drainase Porous		m3		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0125	Orang Hari	158,000.00	1,975.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.375	Orang Hari	110,000.00	41,250.00
				Jumlah:	43,225.00
	<u>Bahan:</u>				
20.01.01.04.05.F	Sirtu	1.2	M3	163,300.00	195,960.00
				Jumlah:	195,960.00
				Nilai HSPK :	239,185.00

NOMOR	URAIAN KEGIATAN	Koef.	SATUAN	HARGA SATUAN	HARGA
24.08.01.12	Pembongkaran Paving Dipakai Kembali		m2		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.02	Orang Hari	158,000.00	3,160.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.04	Orang Hari	110,000.00	4,400.00
				Jumlah:	7,560.00
				Nilai HSPK :	7,560.00
24.08.01.13	Pembongkaran Paving Tidak Dipakai Kembali		m2		
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.01	Orang Hari	158,000.00	1,580.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.02	Orang Hari	110,000.00	2,200.00
				Jumlah:	3,780.00
				Nilai HSPK :	3,780.00

WALIKOTA SURABAYA

TRI RISMAHARINI